Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Институт педагогических исследований одаренности детей

Российской академии образования»

На правах рукописи

НИКИТИНА Ольга Александровна

|  |
| --- |
|  |

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЭПИСТЕМОДИДАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

13.00.01 – Общая педагогика, история педагогики и образования

Диссертация

на соискание ученой степени доктора педагогических наук

Научный консультант

академик Российской академии образования,

доктор физико-математических наук, профессор

Никитин Александр Александрович

Томск – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 |
| ГЛАВА 1. Элементы, множества, отношения и связи в содержании образования и организации процесса обучения . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 |
| 1.1. Эпистемы как элементы знаний . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16 |
| 1.2. Множества элементов в образовании и обучении . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 35 |
| 1.3. Отношения и связи между элементами и множествами элементов . . . . . . . . . . . . . . . . | 49 |
| Выводы по главе 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 70 |
| ГЛАВА 2. Основы эпистемодидактических исследований содержания образования и организации процесса обучения. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 72 |
| 2.1. Разбиения и факторизации эпистем учебных дисциплин . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 72 |
| 2.2. Характеристики процесса обучения . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 103 |
| 2.3. Построения и представления эпистем и их иерархий . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 145 |
| Выводы по главе 2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 187 |
| ГЛАВА 3. Практические применения эпистемодидактических исследований в содержании образования и организации процесса обучения . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 191 |
| 3.1. Эпистемодидактические исследования стандартов и программ общего образования . | 191 |
| 3.2. Эпистемодидактические исследования программ и методики преподавания в России и иностранных стандартов и программ обучения на ступенях среднего образования . . . . | 235 |
| 3.3. Эпистемодидактические исследования программ в системах среднего и высшего профессионального образования . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 258 |
| Выводы по главе 3 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 281 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 288 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 300 |
| СПИСОК ТЕРМИНОВ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 302 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 305 |

**Введение**

**Актуальность исследования.** Одной из фундаментальных идей в образовании является идея анализа и синтеза знаний. Совершенствование технологий в различных отраслях деятельности и стремительно возрастающий поток информации определяют необходимость исследования процессов формирования знаний и развитие исследований педагогических проблем с целью совершенствования и гибкого реагирования на условия динамично изменяющейся среды.

Становление современной системы образования России включает переход на двухступенчатую систему подготовки в высшей школе (в т.ч. в рамках Болонского процесса), развитие среднего профессионального образования, организацию общего, профильного и специализированного обучения в общеобразовательной школе, проведение других образовательных инноваций, что в значительной мере определяет формирование и поиск возможностей для сопоставления соответствующих стандартов, программ обучения, учебных планов, учебников и учебных пособий и других материалов сопровождения и организации процесса обучения. Теоретической основой создания благоприятных условий доступности системы образования на различных ступенях и уровнях, обеспечения взаимодействий и взаимосвязей между субъектами и объектами образовательной деятельности являются исследования содержания образования и организации процесса обучения.

В педагогической науке существенными направлениями являются поиск и разработка: методологии процессов формирования исходных понятий и отношений между понятиями; методов определения и сравнения (в т.ч. установления равнозначности или неравнозначности) элементов процесса обучения для одной или нескольких ступеней и уровней в системах обучения; условий качественного и количественного сопоставления стандартов, программ и методического сопровождения, учебных планов для различных видов, ступеней и уровней обучения в системах образования.

А.А. Никитин, А.П. Ефремов, И.В. Силантьев ввели понятие эпистемы с точки зрения педагогики как некоторой условной единицы измерения. В развитие этого подхода в дальнейших исследованиях эпистема стала рассматриваться как элемент знаний в применении к процессам обучения и формирования знаний в целом. В результате сформировалось новое направление дидактики – эпистемодидактика – направление, в котором исследуются, формируются и развиваются общие методы и характеристики обучения при поэлементном рассмотрении содержания образования и организации процесса обучения. Эпистемодидактические исследования – это исследования в области эпистемодидактики в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения. Эпистемодидактические исследования позволяют формировать представления о строении методологических воззрений и методических подходов, выявлять согласования и противоречия эпистем друг с другом, задавать измерения эпистем, сопоставлять и сравнивать эпистемы между собой, определять классы их равнозначности и др. Тем самым, обеспечивается построение и исследование с единой точки зрения содержания образования и организации процесса обучения.

В соответствии со статьей 47 действующего Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012. № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» педагогические работники имеют «3) право на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы, отдельного учебного предмета, курса, дисциплины (модуля);... 5) право на участие в разработке образовательных программ, в том числе учебных планов, календарных учебных графиков, рабочих учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), методических материалов и иных компонентов образовательных программ». Это требует создания непротиворечивых и согласованных образовательных программ с учетом равномерности распределения учебного материала, равнозначности разделов и т.д. Владение методами эпистемодидактических исследований позволяет на практике реализовывать соответствующие положения закона.

**Степень разработанности темы исследования.** В последние десятилетия в педагогической науке исследователи используют в разных контекстах понятие «элемент», развитием которого являются понятия «множество», «отношения», «иерархия», «единица» и др., что приводит к необходимости выявления объединяющих идей и подходов применения этих понятий в содержании образования и организации процесса обучения. Исследование этих вопросов отражено в многочисленных трудах авторов педагогических исследований.

Содержательные и дидактические элементы рассматриваются в содержании, структуре, системах и процессах обучения, в т.ч. рассматриваются элементы методологических знаний (Н.В. Кочергина), определяются элементы системы образования (С.Д. Неверкович), выявляются структурные элементы при формировании учебного материала и построении содержания подготовки (А.А.-Р. Тыльдсепп), задаются учебные элементы (В.П. Беспалько) и рассматривается их место в структуре курсов (Е.А. Ракитина), определяются элементы авторских технологий (Е.С. Кодикова), рассматриваются элементы дидактических систем при обучении в компьютерной среде (А.М. Коротков) и др.

В педагогических исследованиях определяются разнообразные аспекты использования понятия «множество», в частности, рассматриваются множества педагогических и проблемных ситуаций, требующих исследования и решения (Е.В. Ширшов). Процессы проектирования и моделирования в образовании реализуются при формировании множеств траекторий профессионального становления (Э.Ф. Зеер). Формирование множеств заданий (И.Д. Рудинский) является важной составляющей контроля и процесса обучения в целом.

Вопросы установления отношений между элементами в педагогике рассматриваются в связи с формированием терминологических систем (Т.А. Новикова). В образовательных системах рассматриваются внутри- и междисциплинарные отношения элементов (Л.В. Ишкова). В процессе обучения задействованы различные субъекты, между которыми возникают и рассматриваются отношения (Е.В. Ткаченко), кроме того, определяются и исследуются субъект-объектные отношения (А.В. Карпов). Для отношений между элементами, объектами, процессами определяются количественные характеристики этих отношений (М.Р. Кудаев).

Формирование иерархий определяется установлением отношений между различными составляющими содержания образования и организации процесса обучения, что рассматривается в работах авторов педагогических исследований с различных позиций. В системах терминов, понятий возникают и исследуются иерархические отношения (Н.Ю. Русова). Многообразие целей обучения классифицируется в виде соответствующих иерархий (А.В. Баранников). Дидактические модели обучения рассматриваются как иерархии, при этом определяются взаимопересекающиеся и взаимодополняющие компоненты иерархий (Л.Л. Салехова). Авторы педагогических исследований показывают, что образовательные системы образуют вертикальные и горизонтальные иерархии и формулируют правила иерархических межуровневых переходов (А.А. Машиньян).

В содержании образования и организации процесса обучения единицы рассматриваются как составляющие части исследуемых объектов при формулировании целей обучения (А.Ю. Лазебникова). В математических дисциплинах определяются различные дидактические единицы (С.С. Гончаров, Б.Н. Дроботун, А.А. Никитин). Функциональные и связанные с ними технологические единицы рассматриваются в приложении к деятельности в педагогической среде (В.П. Косырев). В рамках математического моделирования определяются единицы, задаваемые как величины, которые позволяют проводить измерения исследуемых объектов, в частности, знаний учебного материала (Н.И. Санникова) и др.

Вопросы знаний, познания и обучения волновали многие умы еще со времен античности: Сократ рассуждал об определении знания, Платон излагал свои взгляды на восхождение сознания, Аристотель определял, что восхождением к познанию является обучение. Это нашло свое продолжение в Средние века и в Новое время, когда европейские мыслители, философы, основатели дидактики и педагогической науки в своих трудах освещали различные стороны вопросов знаний, познания и обучения. В частности, П. Абеляр занимался рассмотрением взаимоотношений веры и знания, А. фон Больштедт исследовал силлогизмы и процессы выведения следствий из посылок, Р. Бэкон изучал способы познания, Ф. Бэкон формулировал стадии научного исследования, В. Ратке определял ступени познания, М. Смотрицкий выстраивал последовательность ступеней обучения, Т. Гоббс изучал процессы формирования языка, методы познания и обучения, Я.А. Коменский формулировал общие правила и основы обучения, определял ступени обучения, Р. Декарт формулировал требования при проведении исследования, Н. Мальбранш определял роды познания, П. Гольбах – возникновение идей, И.Г. Песталоцци изучал влияние законов природы на обучение, И. Гербарт – ступени усвоения знаний, которые впоследствии были расширены О. Вильманом, В. Рейн определял ступени овладения содержанием, Г. Гегель формулировал ступени мышления, Дж. Дьюи – ступени полного акта мышления, построение языка и речи и т.д. Российские ученые и педагоги также исследовали различные стороны вопросов познания и обучения. Так, М.В. Ломоносов обосновывал целесообразность использования родного языка в обучении, К.Д. Ушинский формулировал цели обучения отечественному языку и др. В этом контексте суть взглядов и идей мыслителей и педагогов состояла в выявлении компонентов познания и обучения, включая построение языка.

Эпистемодидактические исследования позволяют под новым углом и с единой точки зрения рассматривать формирование знаний и процесса обучения, строить новые качественные и количественные характеристики элементов знаний (эпистем), определять значимость различных составляющих и направлений развития содержания образования и организации процесса обучения.

В связи с этим возникают следующие **противоречия**:

* между возрастающими запросами общества к образованию отвечать общественным и технологическим вызовам времени и возникающей в связи с этим необходимостью развития гибкости и прозрачности образовательных систем и технологий;
* между необходимостью учитывать богатое наследие теории познания и педагогических воззрений и соответствовать разнообразным современным подходам и принципам обучения, с одной стороны, а, с другой стороны, недостаточным развитием или отсутствием единообразных теоретических основ для разработки методов и технологий, позволяющих как эффективно вводить изменения и новшества, так и систематически прогнозировать и оценивать получаемые результаты;
* между необходимостью упорядоченного сочетания ступеней и уровней в системах образования и требованиями их согласованности и непрерывности при формировании современного содержания образования и организации процесса обучения;
* между формированием содержания учебных дисциплин и возможностью сопоставления, установления равномерности и равнозначности при оценке и планировании этих учебных дисциплин.

Сформулированные противоречия определяют **проблему** исследования, сутью которой является научное обоснование и практическая реализация эпистемодидактических исследований содержания образования и организации процесса обучения. При этом на основании анализа и синтеза знаний происходит представление, определение и сопоставление качественных и количественных характеристик составляющих содержания образования и организации процесса обучения, что и определило выбор темы исследования.

**Целью исследования** является разработка и обоснование основ теории эпистемодидактических исследований (т.е. исходных, главных – фундаментальных эпистемодидактических исследований) составляющих содержания образования и организации процесса обучения.

**Объектом исследования** является содержание образования и организация процесса обучения на разных ступенях и уровнях, включая начальное, основное и среднее (полное) общее, среднее и высшее профессиональное образование, а его **предметом** выступает содержание образования и организация процесса обучения при поэлементном рассмотрении.

**Гипотеза исследования.** Формирование содержания образования и организации процесса обучения будет эффективно, если:

* в качестве единообразных теоретических основ разработки методов и технологий гибкого и отвечающего запросам времени развития содержания образования и организации процесса обучения выбрать фундаментальные эпистемодидактические исследования;
* провести эпистемодидактические исследования элементов теории познания, педагогических воззрений прошлого и современных педагогических исследований;
* определить условия и возможности согласования ступеней и уровней в системах образования на основе эпистемодидактических исследований;
* обеспечить сопоставимость, установление равномерности и равнозначности при оценке и планировании содержания учебных дисциплин.

Исходя из проблемы, объекта, предмета, цели и гипотезы, сформулированы **задачи исследования:**

1. раскрыть условия формирования элементов знаний (эпистем) и разработать основы эпистемодидактических исследований образовательных систем с целью обеспечения их гибкости и прозрачности;
2. разработать основания эпистемодидактических исследований, позволяющих с единой точки зрения рассматривать анализ и синтез элементов теории познания, педагогических воззрений прошлого, современных педагогических исследований и представлений содержания образования и организации процесса обучения;
3. представить пути согласования ступеней и уровней в системах образования на основе эпистемодидактических исследований при формировании содержания образования и организации процесса обучения;
4. разработать условия и критерии сопоставимости, установления равномерности и равнозначности при оценке и планировании содержания учебных дисциплин.

**Научная новизна** исследования состоит в том, что:

* определены и разработаны основания эпистемодидактических исследований, позволяющих обеспечить гибкость и прозрачность содержания образования и организации процесса обучения;
* проведены эпистемодидактические исследования, позволяющие с единой точки зрения рассматривать анализ и синтез элементов теории познания, педагогических воззрений прошлого, современных педагогических исследований и представлений содержания образования и организации процесса обучения;
* определены возможности на основе эпистемодидактических исследований разрабатывать пути согласования и обеспечения непрерывности ступеней и уровней обучения в системах образования при формировании содержания образования и организации процесса обучения;
* проведены эпистемодидактические исследования, позволяющие определять условия и критерии сопоставимости, устанавливать равномерность и равнозначность составляющих содержания учебных дисциплин.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что:

* даны теоретические обоснования обеспечения гибкости и прозрачности содержания образования и организации процесса обучения;
* разработаны теоретические основы исследований, позволяющие рассматривать с единой точки зрения анализ и синтез элементов теории познания, педагогических воззрений прошлого, современных педагогических исследований и представлений содержания образования и организации процесса обучения;
* в исследовании показаны пути согласования и обеспечения непрерывности ступеней и уровней обучения в системах образования при формировании содержания образования и организации процесса обучения;
* разработаны условия и критерии сопоставимости, установления равномерности и равнозначности составляющих содержания учебных дисциплин.

**Практическая значимость исследования.** Результаты исследования могут быть использованы научными работниками, специалистами в области образования, учителями и преподавателями учреждений начального, среднего, среднего профессионального и высшего, а также дополнительного образования, аспирантами и соискателями, занимающимися разработкой и развитием содержания образования и организации процесса обучения при оценке и формировании концептуальных подходов, стандартов образования, программ обучения, поурочного планирования, методического сопровождения, включая подготовку учебников и учебных пособий и др., обеспечивая равномерность и равнозначность составляющих содержания образования и организации процесса обучения, их сопоставимость, иерархичность построения, задание параметров, зависящих от времени, объема, ступени и уровня обучения.

**Методологические и теоретические основы исследования** составили фундаментальные работы ученых и деятелей образования, мыслителей и философов, рассматривавших вопросы формирования и приобретения знаний (П. Абеляр, Аристотель, А. фон Больштедт, Р. Бэкон, Ф. Бэкон, О. Вильман, Г. Гегель, И. Гербарт, Т. Гоббс, П. Гольбах, Р. Декарт, Дж. Дьюи, Я.А. Коменский, М.В. Ломоносов, Н. Мальбранш, И.Г. Песталоцци, Платон, В. Ратке, М. Смотрицкий, Сократ, В. Рейн, К.Д. Ушинский и др.), а также исследовавших в содержании образования и организации процесса обучения:

* + содержательные и дидактические элементы (И.А. Алехин, Л.К. Гребенкина, А.Я. Данилюк, В.М. Казакевич, С.В. Кривых, Я.Д. Лебедев, И.Я. Лернер, В.В. Майер, М.Г. Минин, Н.В. Наливайко, В.Ф. Пешков, В.А. Попков, А.М. Пышкало, Т.В. Светенко, В.Я. Синенко, О.Н. Смолин, Е.И. Тупикин, А.А.‑Р. Тыльдсепп и др.);
  + единицы (С.И. Архангельский, Л.С. Выготский, Э.Г. Гельфман, А.П. Ефремов, И.А. Зимняя, Л.Б. Ительсон, В.В. Краевский, С.Б. Куликов, А.Ф. Присяжная, С.М. Редлих, И.В. Силантьев, В.А. Степаненко, М.А. Холодная, П.М. Эрдниев и др.);
  + множество элементов (Н.В. Бордовская, Ю.С. Брановский, A.A. Реан, В.В. Сериков, В.М. Соколов и др.);
  + объединение множеств (Н.А. Клещева, А.И. Подольский, Н.Л. Селиванова, Л.Г. Смышляева и др.);
  + пересечение множеств (Л.В. Занина, Т.С. Назарова и др.);
  + включение в множества (С.М. Конюшенко, А.Д. Копытов, В.Н. Куровский, Г.Ф. Куцев, М.П. Лапчик, И.В. Левченко, Н.А. Люрья, Э.А. Манушин, К.Е. Осетрин, В.И. Ревякина, З.А. Скрипко, Н.М. Чегодаев и др.);
  + подсистемы и подмножества (М.Н. Берулава, Л.Н. Журбенко, Б.С. Карамурзов, А.В. Петров, В.Г. Сыромятников и др.);
  + отношения элементов и множеств (А.Ж. Жафяров, Т.В. Кириллова, Ю.М. Колягин, Г.С. Корытова, В.П. Овечкин, С.И. Поздеева, Е.А. Румбешта, О.А. Саввина, И.Ю. Соколова, Н.В. Тельтевская и др.);
  + зависимости элементов и множеств (Е.Ы. Бидайбеков, Р.Н. Бунеев, И.Р. Луговская, О.Г. Смолянинова и др.);
  + виды связей и взаимосвязи в процессе обучения (Х. Беднарчик, М.П. Войтеховская, Р.Х. Гильмеева, Ю.Н. Гладкий, Н.В. Зеленко, Т.М. Носова, В.В. Обухов, А.Ю. Румянцев, Г.И. Саранцев, Е.Е. Сартакова, М.Н. Стриханов, М.В. Шабанова и др.);
  + иерархии (В.А. Анищенко, В.А. Иванников, М.П. Ланкина, В.М. Лопаткин, Н.И. Наумкин, А.А. Русаков, А.В. Хуторской и др.).

Для решенияпоставленных задач использованы следующие **методы исследования:** теоретические (анализ и синтез; сравнение и сопоставление; обобщение и классификация; абстрагирование и конкретизация; интерпретация); эмпирические (изучение первоисточников и опыта обучения; проведение измерений и диагностики; исследование объектов во времени; выявление соподчиненности и установление равномерности распределения элементов; экспертная оценка; методы математической статистики; другие математические методы обработки данных).

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Эпистемодидактические исследования – это исследования в области эпистемодидактики – направления дидактики, в котором исследуются и формируются методы, характеристики обучения при поэлементном рассмотрении содержания образования и организации процесса обучения. Эпистемодидактические исследования элементов знаний (эпистем) и их множеств, отношений, зависимостей, взаимосвязей, разбиений, факторизаций (разбиений на равнозначные эпистемы), иерархий и представлений с учетом качественных и количественных характеристик эпистем позволяют осуществлять поиск и обоснование инновационных подходов и способов решений научно‑педагогических проблем анализа, синтеза, формирования и сопоставления содержания образования и организации процесса обучения как совокупности учебного, методического и другого педагогического окружения и взаимодействия субъектов образования. Фундаментальные эпистемодидактические исследования формируют новую эффективную педагогическую культуру, обеспечивающую гибкость и прозрачность содержания образования и организации процесса обучения, включая педагогическое сопровождение процесса обучения на различных ступенях и уровнях обучения; позволяют рассматривать дидактические проблемы определения содержания образования и организации процесса обучения с точки зрения эпистемодидактических представлений и сопоставлений, что дает возможность привлекать педагогов и специалистов в области образования к заданию и выбору оптимальных вариантов процесса обучения и, тем самым, отражать инновационные тенденции в области образования и учитывать динамику образовательных потребностей общества.
2. Содержание фундаментальных эпистемодидактических исследований определяется анализом и синтезом достижений теории познания, педагогических воззрений прошлого, современных педагогических исследований и представлений содержания образования и организации процесса обучения, рассмотрением образовательных стандартов, программ обучения, учебных планов, поурочного планирования, различных видов методического сопровождения процесса обучения на различных ступенях и уровнях образования в системах образования и т.д. В процессе этих исследований становится возможным с единой точки зрения формировать и сопоставлять новые элементы знаний, определять качественные и количественные характеристики состояния, развития и перспективного видения различных звеньев содержания образования и организации процесса обучения.
3. Проведение фундаментальных эпистемодидактических исследований предусматривает: определение целей; формирование представлений и интерпретаций, разбиений и факторизаций эпистем, качественных и количественных оценок; построение иерархий; применение инструментов математического аппарата; проведение сравнений и сопоставлений; осуществление экспертизы содержания образования и организации процесса обучения; раскрытие возможностей и направлений гармонизации, упорядоченного сочетания и согласования ступеней, уровней обучения и систем образования при решении актуальных педагогических проблем формирования оптимальных (в т.ч. равномерных и равнозначных) по наполнению и распределению звеньев содержания образования и организации процесса обучения.
4. Фундаментальные эпистемодидактические исследования, использование и применение результатов этих исследований дают возможность специалистам в области образования рассматривать на единой основе последовательности эпистем на одних или разных ступенях, уровнях и направлениях обучения в одной или различных образовательных системах, сопоставлять и сравнивать соответствующие эпистемы, учитывать равномерность и равнозначность эпистем, принимать во внимание время изложения и усвоения эпистем, формировать стандарты, учебные программы, планы и другие элементы педагогического и методического сопровождения, тем самым, обеспечивать условия для формирования инновационной компетентности и гибкого реагирования на динамично изменяющиеся требования к различным образовательным средам.

Исследование осуществляется в течение восемнадцати лет и включает несколько взаимосвязанных этапов.

**Первый этап** (2000–2007 гг.). Проведен выбор направления и проблемы исследования. В связи с этим осуществлялся анализ педагогической, философской литературы и диссертационных исследований на предмет выявления уровня разработанности сформулированной проблемы. В результате сложилось первоначальное представление о состоянии проблемы исследования, построены гипотетические предположения, определена логика проведения исследований и обоснована тема научного исследования.

**Второй этап** (2007–2014 гг.). Сформирован понятийно-терминологический аппарат и определены возможности проведения фундаментальных эпистемодидактических исследований содержания образования и организации процесса обучения; уточнены и апробированы основные идеи и положения концептуальных подходов к проведению анализа педагогических воззрений мыслителей и философов, педагогического и методического сопровождения, включающего стандарты, учебные программы, учебники и учебные пособия и др.; осуществлены обработка данных и анализ результатов.

**Третий этап** (2014–2018 гг.). Проведены систематизация и обобщение теоретических и практических результатов исследования, оформление этих результатов в виде докторской диссертации.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов диссертационного исследования обеспечены: методологическим обоснованием и использованием теории познания и педагогических воззрений, соответствием современным подходам и принципам обучения, анализом современных научных исследований; адекватностью постановки цели, определения объекта, предмета, задач исследования; использованием опыта образовательных учреждений различных ступеней и уровней обучения; исследованием методического сопровождения процесса обучения; обсуждением основных положений исследования и его практических результатов на различных международных и российских научных и научно-практических конференциях и семинарах; репрезентативностью и воспроизводимостью результатов исследования.

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Представленные в работе результаты нашли свое отражение в **15 монографиях, 43 научных статьях, в т.ч. 16 научных статьях в рецензируемых научных изданиях ВАК МОН РФ, общим объемом 209 печатных листов,** в докладах и выступлениях на международных и всероссийских научно-практических конференциях и научно-методических семинарах: IX Международная научно‑методическая конференция «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Междисциплинарный подход» (Китай, Пекин, 2009 г.); III Открытый международный научно-методический семинар «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы, концепции, перспективы. Междисциплинарный подход» (Финляндия, Хельсинки, 2010 г.); Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы в преподавании математики» (Курск, 2010 г.); I и II Всероссийские конференции «Системы обучения интеллектуально одаренных детей в российской школе» (Новосибирск, 2010, 2011 гг.); X Международная научно‑методическая конференция «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы, концепции, перспективы. Междисциплинарный подход» (Израиль, Тель-Авив, 2011 г.); IV Международная научно-практическая конференция «Обдарованi дiти – iнтелектуальний потенцiал держави» (АР Крым, Алушта, 2011 г.); Международный семинар «Современные подходы в образовании одаренных школьников и талантливых студентов» (Протвино, 2011 г.); IV Открытый международный научно‑методический семинар «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы, концепции, перспективы. Междисциплинарный подход» (США, Лос-Анжелес, 2012 г.); Всеукраинский семинар «Програми науковоï мобильностi европейского союзу. Днï Марiï Кюрi» (Украина, Киев, Полтава, 2012 г.); Международная научно‑практическая конференция «Современные проблемы дидактики средней и высшей профессиональной школы», посвященная 70-летию РАО и 75-летию со дня рождения акад. РАО Мухаметзяновой Г.В. (Казань, 2013 г.); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы повышения эффективности обучения математике в общеобразовательной школе» (Новосибирск, 2013 г.); Всероссийская конференция по истории математики и математического образования, посвященная 130-летию со дня рождения Н.Н. Лузина (Елец, 2013 г.); Всероссийская научно-практическая конференция «Педагогическая наука и современное образование» (Санкт‑Петербург, 2014 г.); Всеукраинский научно‑практический семинар «Управлінська майстерність керівника навчального закладу» (Украина, Полтава, 2014 г.); Международная научно‑практическая конференция «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXІ Каришинські читання) (Украина, Полтава, 2014 г.); VII Международная научно-практическая конференция «Обдаровані діти – інтелектуальний потенціал держави» (Украина, Київ, 2014 г.); ІV Всеукраинская научно‑практическая конференция с международным участием «Формування компетентностей обдарованої особистості в системі освіти» (Украина, Київ, 2014 г); ХV Международная научно-практическая конференция «Педагогічна особистість А.С. Макаренка на перетині освітніх парадигм» (Украина, Полтава, 2016 г.); ХVI Международная научно‑практическая конференция «Макаренкознавчий вимір актуальних питань соціальної адаптації особистості», Всеукраинские научно-практические семинары «Управлінська майстерність керівника навчального закладу», «Управління проектами у сфері науки освіти, інновацій та інформатизації», «Управління інноваційною діяльністю в освіті та у виробництві» (Украина, Полтава, 2017); Международная научно-практическая конференция «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXІV Каришинські читання) (Украина, Полтава, 2017).

**Опытно-экспериментальная база исследования.** Основные идеи, теоретические положения, практические материалы внедряли и использовали в своей деятельности: ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; ГАУ ДПО Новосибирской области «Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования»; ООО «Русское слово – учебник».

**Глава 1. Элементы, множества, отношения и связи**

**в содержании образования и организации процесса обучения**

Цели и задачи исследования в данной главе состоят в определении оснований эпистемодидактических исследований как исследований, базирующихся на представлениях элементов знаний (эпистем) в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения. В этой связи раскрывается понятие «эпистема» как элемент знаний и обосновывается его местоположение в педагогической науке, определяется понятие «эпистемодидактика» в контексте исследований содержания образования и организации процесса обучения. С понятием «эпистема» тесно связаны понятия «множество» и «отношения», поскольку каждое множество определяется своими элементами, а между элементами устанавливаются те или иные отношения. Установление отношений приводит к упорядочиванию, расположению эпистем относительно друг друга и, тем самым, к формированию иерархий эпистем. Выбирая эпистему в качестве единицы измерения открывается возможность сопоставлять и сравнивать эпистемы, множества эпистем и отношения между ними на разных ступенях и уровнях иерархических построений. Понятия «элемент», «множество», «отношения», «иерархия», «единица» лежат в основе эпистемодидактических исследований, поскольку благодаря им раскрываются содержание образования и организация процесса обучения. Явно и неявно эти понятия использовались и используются в различных контекстах в педагогических исследованиях. В связи с этим возникает необходимость обобщения и классификации значений понятий «элемент», «множество», «отношения», «иерархия», «единица», определяемых в педагогических исследованиях. Заметим, что список авторов, рассматривающих соответствующие понятия, не исчерпывается приведенными ссылками, но является вполне достаточным для обоснования выводов данной работы. Кроме того, в главе ставится задача показать, что определяемые в педагогических исследованиях элементы, множества, отношения представляют собой примеры эпистем, что исследуется в работе [151, с. 19]. Результаты систематизации рассмотренных эпистем представляются в виде соответствующих эпистемодидактических моделей.

**1.1. Эпистемы как элементы знаний**

В параграфе рассмотрено происхождение и развитие понятия «эпистема», дано определение его в педагогической науке, рассмотрены характер и функции эпистем в науке и образовании, приведены примеры эпистем, показано, каким образом возникают обозначения эпистем, сформулированы определения и раскрыта сущность понятий «эпистемодидактика», «эпистемодидактические исследования», определена область применения этих понятий. В связи с этим в задачи параграфа входит обзор педагогических исследований, где рассматриваются содержательные и дидактические элементы, а также единицы в образовании и обучении. Это позволяет построить классификации для соответствующих понятий и осуществить их систематизацию. Указанные понятия в рамках дидактики приводят к формированию соответствующих понятий эпистемодидактики и построению эпистемодидактических моделей.

Понятие «эпистема» как элемент знаний в педагогической науке наиболее близко к переводу с греческого языка слова «έπιστήμη» и отражает его значение «знание, умение чего‑либо, наука» [21, с. 507].

Это понятие встречается в философии в связи с наукой эпистемологией (гносеологией). В частности, понятие «эпистема» определено в философии М. Фуко, который выявлял «эпистемологическое поле, эпистему» в применении к историческому развитию [248, с. 34]. Для педагогической науки в работе А.А. Никитина, А.П. Ефремова, И.В. Силантьева в 2006 году было введено понятие «эпистемы – некоторой условной единицы измерения» [91, с. 4] и связано с проведением количественных измерений и получением оценок учебных программ и программ специальных курсов для математических дисциплин с целью их сопоставления в системе специализированного обучения. Обратим внимание, что в задачи настоящего исследования входит использование понятия «эпистема» в рамках педагогической науки. В развитие указанного выше подхода в дальнейших педагогических исследованиях [98, с. 5] эпистема стала рассматриваться более широко как элемент знаний в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения. Это определение понятия «эпистема» с позиции педагогики и является основополагающим для данного диссертационного исследования.

На протяжении веков человечество волновали вопросы познания: познание окружающей среды, познание сообщества, познание себя и т.д. Непосредственно с познанием тесно связаны вопросы получения знаний, сохранения знаний и передачи знаний. Эти вопросы в различных сферах деятельности решаются различными способами и средствами.

Если рассматривать науку и образование, то каждой из этих сфер присущи функции получения, сохранения и передачи знаний. При познании мира формируются знания, которые становятся общечеловеческими, а во время обучения каждый человек индивидуально постигает соответствующие знания. Знания в общество приходят, в некотором смысле, через человека: во время процесса познания мы имеем дело с человеком, постигающим новые знания, которые он в дальнейшем передает другим; во время обучения для каждого человека знания, которые ему передают, в определенный момент являются новыми.

При этом рано или поздно может наступить момент, когда появляются новые знания, которые развивают предыдущие знания и, в некотором смысле, отрицают их. Иногда новые знания становятся в ряд с предыдущими знаниями, оставляя предыдущие знания неизменными. В этом случае новые знания являются дополнениями к предыдущим. Иногда новые знания не просто дополняют предыдущие, а заставляют пересматривать предыдущие знания и их основы, т.к. новые эпистемы вступают в противоречие с известными эпистемами или являются отрицаниями известных эпистем. Таким образом, новые знания могут образовывать новые множества эпистем, либо преобразовывать известные эпистемы, либо подтверждать известные эпистемы.

Эпистемы в различных областях человеческой деятельности можно сравнивать. Например, если условно обозначить исследовательскую деятельность и ее результаты как науку, образовательную деятельность и ее результаты как школу, то можно увидеть, что наука и школа взаимно дополняют друг друга, имеют много общего и в то же время имеют значительные отличия. Понятия эпистем и множеств эпистем и их взаимосвязи позволяют формировать представления об этих сферах деятельности человека и формулировать в явном виде общее, дополнения и отличия этих сфер. Заметим, что эти множества эпистем, сами эпистемы и отношения между ними могут изменяться во времени.

Если договориться об экспертной оценке эпистем, определяющих науку и образование, то окажется, что соответствующие множества эпистем не включаются полностью друг в друга, а имеют взаимные пересечения и дополнения, при этом имеются эпистемы, которые одновременно не входят в каждую из этих систем эпистем: эпистем науки, эпистем образования. Например, научные открытия первоначально являются эпистемами науки, но не являются эпистемами образования. Поэтому научные открытия в некоторый момент времени можно относить только к эпистемам науки. В дальнейшем ситуация может изменяться. Другой пример: доказательства математических теорем могут служить примерами эпистем, входящих в пересечение эпистем и науки, и образования.

Примерами эпистем являются понятия, отношения между понятиями, множества понятий, отношения между множествами понятий и т.д.

Эпистемами являются числа. Заметим, что число – это «одно из основных понятий математики, при помощи которого обозначается какое-либо определенное количество, отображается количественная характеристика предметов объективной действительности и объектов из области абстрактных систем, ведутся счеты, измерения» [58, с. 668]. Используя понятие «число» можно рассматривать множества различных чисел: натуральных, целых, рациональных, действительных, комплексных и др., другими словами, совокупности (множества) эпистем, отношения сравнения чисел (отношение равенства, отношение «больше» и др.), отношения включения одного множества в другое (включение натуральных чисел в множество целых чисел, включение целых чисел в множество рациональных чисел, включение рациональных чисел в множество действительных чисел, включение действительных чисел в множество комплексных чисел и др.) и т.д.

Эпистемами являются базисные элементы, с помощью которых формируются педагогические объекты, процессы, модели, системы: системообразующие, ключевые, структурообразующие, опорные элементы и др.

Эпистемами являются структурные и содержательные элементы теорий научных и учебных дисциплин, элементы различных теоретических и дидактических (методических) подходов, элементы методических систем, включая цели, содержание, методы, средства и формы обучения, элементы методологических знаний, элементы систем образования и др.

В современных условиях в формировании обучающей среды важную роль занимают эпистемы, представляющие элементы информатизации образования, которые позволяют формировать различные образовательные среды и осуществлять управление этими средами.

С понятием «эпистема» тесно связаны понятия «множество» (совокупность, набор) эпистем, «отношения» между эпистемами. При этом множества эпистем и отношения между эпистемами также являются эпистемами, т.е. элементами знаний другого наполнения. В связи с этим определяются эпистемы в учебных программах, процессах обучения, в организационных структурах образовательных учреждений, в деятельности по управлению, мониторингу, проектированию, введению инноваций в образование и т.д.

Рассмотрение эпистем, определяющих элементы знаний, позволяет классифицировать, упорядочивать, систематизировать, сохранять преемственность и конструировать знания на различных ступенях и уровнях процесса обучения, а также осуществлять диагностику, анализ и контроль, и, тем самым, обеспечивать необходимое качество подготовки и компетентности с учетом постоянного сопоставления и уточнения изучаемых эпистем в изменяющихся условиях.

В свое время Я.А. Коменский писал, что «все нужно преподавать основательно…, чтобы смысл открывался точно одним ключом, с помощью которого вещи раскрывались бы сами собой» [55], а также, что «все… можно было бы преподавать однообразно, в соответствии с гармонией целого и с тем, что вещи и слово имеют связь и родство между собой» [Там же]. Другими словами, необходимо определять такие эпистемы, из которых через отношения можно выводить другие, в т.ч. новые эпистемы, устанавливать экспертные (договорные, единообразные) оценки эпистем с учетом различных ступеней и уровней изучаемого материала, при обозначении и сравнении эпистем, используемых в различных учебных дисциплинах и т.д.

Определение (выявление) элементов знаний является традиционным. Этим элементам присваивают обозначения или наименования. Обозначения наук, разделов наук позволяют представить строение этих наук при помощи эпистем, которым для удобства использования присваивают соответствующие обозначения или наименования.

Эпистемы могут быть тесно связаны между собой и переплетаться. Например, целые числа изучаются в арифметике и в алгебре, функции изучаются во всех разделах математики, графики функций – предмет изучения математического анализа и геометрии и т.д. При этом под целыми числами во всех разделах математики подразумевается одно и то же понятие, т.е. одна и та же эпистема.

Каждое обозначение или наименование носит локальный характер, поскольку является обозначением или наименованием эпистемы из ограниченной области знаний, поэтому одно и то же обозначение или наименование в разных ситуациях может использоваться для обозначения разных эпистем.

Еще Т. Гоббс писал, что «имена, уже получившие определение, применяются... только ради краткости… . Составные имена, получившие в одной части философии одно определение, могут получить в другой ее части другое определение. Так, в геометрии мы даем гиперболе и параболе другое определение, чем в риторике... . Определения имеют смысл только для определенной отрасли знания и служат только ей» [29, с. 133].

Понятие «эпистема» имеет в разных науках разные определения: одно из них – в философии [248, с. 34], другое – в педагогике [91, с. 4]. Точно также как «синус» в математике обозначает некоторую функцию, а в медицине, в частности, – часть предсердия.

Совпадение или различие понятий и терминов (особенно, при изложении материала на разных языках) иногда зависит от времени их использования. Ярким примером служат российский термин «информатика» и английский – «computer science». Первоначально эти термины обозначали одну и ту же эпистему – один и тот же элемент изучаемых знаний. Со временем содержание этих дисциплин стало различным, хотя у них есть значительная общая часть.

Таким образом, обозначения эпистем позволяют определять конкретные эпистемы и их отношения.

Рассматриваемые эпистемы могут подразделяться на другие эпистемы, каждой из которых может быть присвоено свое обозначение или наименование. Например, в античные времена математика включала в себя арифметику и геометрию. Развитие математики привело к тому, что разделы математики, изучаемые в настоящее время в общеобразовательной школе, включают в себя арифметику, геометрию, алгебру, начала анализа и т.д. В то же время геометрия традиционно подразделяется на планиметрию и стереометрию. В планиметрии рассматриваются подразделы, связанные с равенством фигур, подобием, длинами и площадями фигур и т.д. Эти подразделы разделяются на темы, в которых изучаются равенства треугольников, многоугольников и других фигур. В этих темах рассматриваются подтемы, связанные с равенством прямоугольных треугольников, равнобедренных треугольников и т.д. И, наконец, равенства прямоугольных треугольников включают пункты, относящиеся к равенствам прямоугольных треугольников по катетам, по гипотенузе и катету, гипотенузе и острому углу, по катету и острому углу и т.д. Таким образом, происходит переход от более содержательных эпистем к простейшим.

Возможен и обратный процесс, т.е. восхождение от простейших эпистем к более сложным и содержательным. Начиная построение учебных программ с пунктов, из которых складываются подтемы, темы, подразделы, разделы, в результате формируются учебные программы в целом.

Такое расположение эпистем относительно друг друга позволяет формировать иерархии эпистем, что отражает иерархичность построения знаний в целом. Фактически, в педагогической практике каждый для себя в неявном виде формирует те или иные иерархии. Это позволяет упорядочивать и классифицировать различные стороны процесса обучения благодаря поэлементному построению знаний с учетом ступеней и уровней расположения соответствующих эпистем. Представление эпистем в виде иерархий позволяет обеспечить их наглядное восприятие и облегчает изложение, усвоение и контроль в процессах познания и обучения.

Задание или выбор некоторого эталона для эпистем (единичных эпистем) позволяет использовать их в качестве единиц измерений. Использование эпистем позволяет формировать и исследовать непересекающиеся наборы эпистем (разбиения на классы), включая равнозначные наборы эпистем (факторизации). С использованием параметров времени, объема, уровня обучения и др. для эпистем рассматриваются абсолютные и относительные характеристики, что позволяет проводить сопоставления и сравнения, дифференцировать трудность и сложность исследуемых эпистем.

Всякое «содержание... представляет единство всех составных элементов объекта, его свойств, внутренних процессов, связей, противоречий и тенденций» [16, т. 24, кн. I, с. 69]. Поэтому использование эпистем, множеств эпистем и отношений между ними позволяет рассматривать содержание образования, которое «раскрывается в образовательных программах, учебных планах и учебниках» [183, с. 266].

Содержание образования взаимосвязано с процессом обучения и оказывает влияние на его организацию. Вообще, понятие «процесс» имеет, по крайней мере, два связанных между собой определения: «1) последовательное состояние стадий развития; 2) совокупность последовательных действий для достижения какого-либо результата» [16, т. 21, с. 161]. Оба определения применимы по отношению к обучению. В соответствии с этим, процесс обучения можно определить как последовательное состояние стадий развития обучения и как совокупность последовательных действий для достижения результата обучения.

Исследование содержания образования и исследование процесса обучения и его организации входят в предмет изучения дидактики.

Известно, что «дидактика... – отрасль педагогики, разрабатывающая теорию образования и обучения... . Определение содержания образования, вскрытие закономерностей процесса обучения, разработка наиболее эффективных методов и форм обучения – таковы основные проблемы дидактики» [181, т. 1, с. 725]. В этой связи, В.В. Краевский пишет, что «предмет дидактики... кратко определяется как содержание образования и организация процесса обучения» [64, с. 84].

Значительное влияние на развитие дидактики оказывает гносеология. «Выяснение гносеологических основ процесса обучения требует теоретического рассмотрения вопроса о том, как, опираясь на знание закономерностей процесса познания нужно руководить познавательной деятельностью учащихся» [181, т. 1, с. 730].

Соприкасаясь c эпистемологией (гносеологией) в части заимствования понятия в рамках педагогической науки закладывается новый смысл и формируется новое направления дидактики – эпистемодидактика – направление, в котором исследуются и формируются методы, характеристики содержания образования и организации процесса обучения при поэлементном рассмотрении. Эпистемодидактические исследования – это исследования в области эпистемодидактики в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения.

Понятие «фундаментальные» указывает на исходные, главные положения проводимых исследований с использованием эпистем. В рамках эпистемодидактических исследований открывается возможность анализировать и сопоставлять процессы познания и обучения, получая наглядные представления организации эпистем и множеств эпистем.

Эпистемодидактические исследования эпистем и их множеств, отношений, зависимостей, взаимосвязей, разбиений, факторизаций (разбиений на равнозначные эпистемы), иерархий и представлений с учетом качественных и количественных характеристик эпистем позволяют осуществлять обоснование способов решений проблем анализа, синтеза, формирования и сопоставления учебного, методического и других педагогических контекстов систем образования, в т.ч. для эпистем учебных дисциплин, учебников и учебно-методического сопровождения, программ, курсов, стандартов при организации процесса обучения на различных ступенях и уровнях обучения в различных системах образования.

В сфере образования и обучения выявляются элементы, имеющие определенное содержательное наполнение и несущие соответствующую функциональную нагрузку. Эти вопросы рассматриваются в [99, с. 5; 153, с. 12; 154, с. 21].

В ходе развития общества возникают те или иные элементы общественных отношений и культуры. В педагогических исследованиях авторы обращаются к рассмотрению таких элементов. Так, О.Н. Смолин отмечает, что «в XXI веке – образование –... один из главных элементов общественного производства – воспроизводства самого человека» [229, с. 20]. При этом И.В. Левченко подчеркивает, что в свете фундаментализации образования необходимы «методологически значимые, системообразующие знания, инвариантные элементы человеческой культуры» [76, с. 183]. Общество, культура, среда воздействуют внешним образом на возникновение образовательных потребностей. Л.К. Гребенкина указывает, что «для... непрерывного педагогического образования характерны... системность и преемственность –... процесс, включающий элементы образовательных потребностей... на всех возрастных этапах» [31, с. 356]. В то же время С.В. Кривых считает необходимым «определить приоритеты при условии сохранения основных элементов базового образования, которые помогают более правильно построить траекторию образования» [65, с. 7]. Таким образом, определяются элементы общественных отношений и культуры, которые определяют наборы ценностей в обществе, формируют мотивы, потребности и цели жизнедеятельности человека. Такие элементы могут рассматриваться в качестве соответствующих эпистем.

В педагогических исследованиях рассматриваются различные стороны вопросов, связанных с изучением элементов знаний. При этом исследуются элементы методологических знаний, элементы систем научных знаний, элементы в связи с другими элементами как части исследуемых объектов, происходит построение элементов знаний для достижения поставленных целей и т.д. В частности, А.А.‑Р. Тыльдсепп отмечает, что «взаимосвязанность отдельных элементов знаний… является фундаментом для развития познавательных способностей и мышления» [242, с. 6]. Т.В. Кирилловой проводится «поэлементный анализ знаний» [48, с. 8] учащихся по естественнонаучным дисциплинам, а также рассматривается «структурно‑функциональное соотнесение элементов знаний и их систематизация» [Там же, с. 256]. Понятие «элемент знаний» в общефилософском смысле как «понятие, закон, теория» встречается у Н.В. Кочергиной [63, с. 14]. При этом система методологических знаний по Н.В. Кочергиной формируется «в три этапа. Сначала формируются отдельные элементы системы (конкретные методологические знания). Затем выясняются связи между элементами разных подсистем методологических знаний. В последнюю очередь устанавливается место конкретного элемента методологического знания в… системе» [Там же, с. 256]. Уровень культуры человека, определяется уровнем овладения элементами знаний и взаимодействия человека, общества и природы, а удовлетворение образовательных потребностей реализуется через изучение элементов научных знаний в форме соответствующих элементов учебных знаний. Элементы научных знаний являются результатом поиска, выявления, анализа и синтеза, систематизации в исследуемой области, базируются на теоретических предположениях и подтверждениях опытным путем, и представляют собой, в т.ч., элементы научной информации, элементы методологических знаний и т.п. Элементы учебных знаний рассматривают элементы научных знаний в объемах, соответствующих образовательным целям. Развитие элементов учебных знаний и их взаимосвязи определяются конкретизациями процесса обучения. В результате, элементы учебных и научных знаний могут рассматриваться в качестве эпистем.

При формировании учебного материала и построении содержания обучения и подготовки выявляются структурные элементы. В частности, А.А.-Р. Тыльдсепп отмечает, что «в качестве структурных элементов учебного материала рассматриваются понятия, суждения и умозаключения, суть которых изложена в небольших по объему разделах учебного материала и которые можно проверить одним вопросом» [242, с. 110]. При построении содержания учебных дисцилин, формировании составляющих процесса обучения, разработке технологий обучения рассматриваются структурные элементы, которые выступают в качестве элементов упорядочивания предметных знаний, деятельности обучаемых, функционирования образовательных систем и т.д. Здесь эпистемами являются структурные элементы.

В педагогических исследованиях в качестве базисных элементов, другими словами, элементов, определяющих формирование систем, процессов, технологий, моделей, рассматриваются ключевые, системообразующие элементы. Например, Н.И. Санникова определяет, что «ключевым элементом созданной педагогической технологии мониторинга эффективности педагогического процесса передачи теоретических знаний является элементарная учебная единица» [221, с. 185], которая «охватывает минимальный объем информации» [Там же, с. 185]. Определение базисных элементов (в т.ч. системообразующих, ключевых, опорных и т.п.) формирует основу для построений систем знаний, педагогических и образовательных процессов, для разработки технологий, моделей обучения и т.д. В этой связи, системообразующие, ключевые элементы выступают в качестве базисных эпистем.

Исследования элементов содержания охватывают широкий круг вопросов: что является элементами содержания образования, в каком виде эти элементы представлены, каким образом происходит выбор и протекают процессы усвоения элементов содержания и др. Так, И.Я. Лернер подчеркивает, что «усвоение сложного для ученика содержания (понятия или способа действия) происходит поэлементно, по частям» [77]. А.Я. Данилюк отмечает, что «привлечение одних содержательных элементов и «отбрасывание» других происходит в... соответствии с темой урока и является необходимым условием его содержательной целостности» [33, с. 192]. Элементы содержания в учебных дисциплинах, при формировании уровней подготовки определяются учебной информацией и соответствующим выбором необходимых элементов (включая основные, вспомогательные и др.) и т.д., поэтому элементы содержания являются эпистемами.

Элементы дисциплин (например, математических, физических и др.) исследуются как составляющие части этих дисциплин, при включении или использовании в других дисциплинах, при задании дополнительных или новых элементов. В частности, В.В. Майер занимается созданием «новых элементов учебной физики как основы организации процесса научного познания учащимися в современной системе физического образования» [81, с. 364]. В качестве элементов учебных дисциплин рассматриваются элементы структуры, элементы содержания учебных дисциплин, включения элементов одной дисциплины в состав другой с учетом возникающих отношений и взаимосвязей между элементами и дисциплинами, тем самым, определяются эпистемы учебных дисциплин.

Авторы педагогических исследований определяют учебные элементы. В.П. Беспалько дает определение: «Назовем объекты, явления и методы деятельности, отобранные из науки и внесенные в программу учебного предмета для их изучения, общим термином «учебные элементы» [14, c. 46]. Е.А. Ракитина определяет, что «для каждого учебного элемента (раздела, темы, закона, понятия, действия и т.п.) четко определено его место в общей структуре курса» [211, с. 362]. При конструировании профильных программ Е.И. Тупикин применяет блочно-модульный подход «с использованием уровневой дифференциации в планировании усвоения элементарных учебных элементов» [241, с. 286]. Н.С. Михайлова, М.Г. Минин и др. определяют, что «учебный элемент рассматривается как содержательная единица предметного изучения, логически независимая часть содержания. Перед каждым учебным элементом ставится одна или несколько определенных деятельностных целей, а объем информации должен обеспечивать ее достижение» [86, с. 57]. Таким образом, в целях обеспечения и контроля уровня знаний в программах учебных дисциплин рассматриваются учебные элементы с учетом логической завершенности и места в структуре рассматриваемых дисциплин, разрабатываются технологии конструирования учебных элементов, в т.ч. с целью планирования усвоения содержания обучения, при использовании информационных технологий в обучении и т.д. В результате, можно говорить, что учебные элементы являются эпистемами.

Формирование педагогической теории или подхода начинается с определения соответствующих элементов, их существенных свойств и характеристик. У А.И. Подольского ученик и учитель рассматриваются в качестве элементов педагогической системы развивающего обучения: «ученик... характеризуется... развитым... тезаурусом,... становлением познавательных мотивов учебной деятельности,... учитель... характеризуется знанием основ теории развивающего обучения,... владением педагогической технологией» [190, с. 211]. Рассмотрение элементов педагогических теорий и подходов способствует выявлению зависимостей и закономерностей, формированию новых элементов теоретических знаний, использованию при построении моделей обучения и т.д. Таким образом, элементы педагогических теорий и подходов могут рассматриваться как эпистемы.

Элементы определяют состав, содержательные аспекты и отношения в рассматриваемых системах. В частности, Т.В. Светенко указывает на то, что «развитие отдельных элементов образовательной системы ведет к трансформации других элементов системы, и, в конечном счете, к изменению всей системы» [223, с. 4]. Н.В. Наливайко отмечает, что «каждый элемент системы сможет выполнять свое функциональное назначение, если будет взаимодействовать с другими ее элементами» [88, с. 217]. В.Ф. Пешков показывает, что «во взаимосвязи элементов системы «педагог – студент» происходит становление студента как субъекта, развитие его профессионально значимых качеств, системы ценностей, усвоение профессиональных знаний, умений и навыков» [186, с. 108]. С.Д. Неверкович и А.А. Попова называют «основные элементы системы образования...: политика формирования социального института, институциональный механизм обеспечения результативности, объекты и субъекты образования» [90, с. 5]. Элементы систем определяют формирование соответствующих образовательных (педагогических) систем, в которых устанавливаются последовательности расположения элементов, закономерности их соотнесения, взаимовлияния и т.д. В этих контекстах элементы систем выступают в качестве эпистем.

В моделях профессиональной подготовки определяются элементы моделей, отношения этих элементов с другими элементами и наборами элементов. Одним из примеров является четырехэлементная кластерная модель повышения квалификации работников образования, предложенная В.Я. Синенко, в которой «каждый из элементов модели (самоопределение, актуальность компетентностей, обратная связь, непрерывность) содержит содержательно‑технологические кластеры» [227, с. 74]. Тем самым, рассмотрение систем, их отдельных блоков и элементов позволяют производить различные построения и приводить их обоснования посредством моделей, действующих в рамках тех или иных условий и ограничений. Элементы моделей рассматриваются с целью их характеризаций, определения отношений с другими элементами или наборами элементов, и элементы моделей представляют собой эпистемы.

Представления содержательных элементов в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации эпистем в образовании и обучении в соответствии с рисунком 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Эпистемы общественных отношений и культуры,  связанные с образовательными потребностями | | | | | | | |
|  |
|  |  | |  |  |  |  |  | |
|  | Эпистемы научных и учебных знаний | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Эпистемы теории | |  | Эпистемы системы | |  | Эпистемы модели | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Структурные эпистемы | |  | Базисные эпистемы | |  | Эпистемы содержания | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |
|  | Эпистемы дисциплины и эпистемы одной дисциплины  в составе другой дисциплины | | | | |  | Учебные эпистемы | |
|  |  |

Рисунок 1 – Эпистемодидактическая модель организации эпистем, задающих содержательные элементы

Виды элементов в приведенной эпистемодидактической модели отражают особенности строения, другими словами, содержание и структуру, а также основополагающие, простейшие или неразложимые составляющие для различных систем, процессов и объектов в образовании и обучении, что следует из положений В.П. Беспалько [14], Л.К. Гребенкиной [31], А.Я. Данилюка [33], Т.В. Кирилловой [48], Н.В. Кочергиной [63], С.В. Кривых [65], И.В. Левченко [76], И.Я. Лернера [77], В.В. Майера [81], М.Г. Минина [86], Н.В. Наливайко [88], С.Д. Неверковича [90], В.Ф. Пешкова [186], А.И. Подольского [190], Е.А. Ракитиной [211], Н.И. Санниковой [221], Т.В. Светенко [223], В.Я. Синенко [227], О.Н. Смолина [229], Е.И. Тупикина [241], А.А.‑Р. Тыльдсеппа [242] и др. Как правило, авторы педагогических исследований либо ставят целью решать задачи, внутренние для рассматриваемых систем, процессов и объектов, с другой стороны, ограничены отсутствием возможности выходить за соответствующие рамки, поскольку для внешних рассмотрений в педагогической науке требуется особый аппарат проведения исследований различных сочетаний и совокупностей систем, процессов или объектов, и осуществления сравнений и сопоставлений. Указанные ограничения преодолеваются введением понятия эпистемы как элемента знаний, которое в зависимости от целей конкретного исследования приобретает требуемое основание и суть, которые дают возможность формировать необходимый для исследования контекст.

Наряду с содержательными элементами исследуются также дидактические элементы процесса обучения. В отличие от содержательных элементов, которые определяют наполнение процесса обучения, дидактические элементы составляют содержание закономерностей, методов и способов обучения. Это рассматривается в [99, с. 27; 155, с. 68; 156, с. 53].

В педагогических исследованиях рассматриваются элементы методических (дидактических) систем обучения. Так, А.М. Пышкало определяет элементы методической системы обучения: «цели обучения, содержание обучения, методы обучения, формы и средства обучения» [203, с. 7]. Исследования элементов методических (дидактических) систем предполагают определение целей, содержания, методов, средств и форм обучения с учетом их взаимодействия при рассмотрении в учебных дисциплинах, в структурах методических систем, при описании, наглядном представлении состава методик обучения, в научно-методическом сопровождении деятельности учебных учреждений и т.д. В результате, каждый элемент методических систем может рассматриваться в качестве эпистемы.

В процессе обучения определяются элементы и рассматриваются отношения между этими элементами, проводится систематизации этих элементов и т.д. В частности, Я.Д. Лебедев рассматривает некоторый обобщенный базис, состоящий «как из элементов, так и из операций с ними» [75, с. 367], который «обеспечивает компактное представление дидактической информации и позволяет... увидеть скрытые... возможности учебного процесса» [Там же, с. 367]. В.А. Попков и А.В. Коржуев размышляют «продуктивно ли расчленение формируемого качества личности или педагогического процесса на части, элементы и последующее поэлементное рассмотрение или, наоборот, определение того, возможно ли и продуктивно ли соединение тех или иных элементов в некое целое» [192, с. 33]. Элементы учебного процесса формируют и задают процесс обучения в целом, в связи с чем, исследуются основы для конструирования таких элементов, возможности их упорядочивания и систематизации, рассматриваются отношения и объединения элементов учебного процесса и т.д.Вэтой связи, можно говорить о том, что процесс обучения формируется соответствующими эпистемами.

Дидактическими элементами процесса обучения являются элементы подготовки специалистов. Например, И.А. Алехин и др. отмечают, что «лишь в той мере, в какой каждый отдельный элемент усваиваемого знания осознается в качестве средства решения последующих задач, человек принимает его как важный и необходимый» [2, с. 219]. Исследования элементов подготовки, элементов усваиваемых знаний, связей между такими элементами определяют формирование компетентности обучаемых, возможности становления их профессиональной культуры и т.д. Элементы подготовки и компетентности выступают в качестве эпистем.

В процессе контроля, оценки и аттестации знаний, обеспечения и управления их качеством рассматриваются соответствующие элементы. В частности, И.Д. Рудинский формулирует принципы автоматизации контроля знаний, среди которых рассматривает «формализацию наиболее значимых элементов системы контроля знаний, их связей между собой и с внешней средой» [216, с. 21]. Таким образом, управление качеством подготовки и мониторинг уровня сформированности знаний и компетентностей обеспечиваются элементами диагностики, анализа, контроля и аттестации знаний, которые могут рассматриваться в качестве эпистем.

В педагогических исследованиях рассматриваются функциональные элементы в методическом и диагностическом аспектах. Так, В.М. Казакевич отмечает, что «проявлением техники обучения является методика обучения, функциональным элементом которой выступает способ обучения» [45, с. 414]. Я.Д. Лебедев приводит факторы «для разработки диагностических тестов методологической культуры учителя физики» [75, с. 15], каждый из которых «раскрывается четырьмя функциональными элементами (знания/навыки, критерии/умения), измеряемыми качествами» [Там же, с. 15], и определяет характер «деятельности... субъекта образовательного процесса, обеспечивающей... реализацию возможностей и потребностей... путем привлечения для этого элементов логико-математических методов для формализации дидактического содержания» [Там же, с. 365]. В качестве функциональных элементов, задающих методику и технологию обучения рассматриваются знания, навыки, умения, способы обучения и др., которыевыступают как эпистемы.

В процесс обучения включаются и применяются различные элементы образовательных и педагогических технологий, как например, в работе Е.С. Кодиковой, которая показывает, что «организация самостоятельной деятельности обучаемых осуществляется на базе использования... элементов авторских технологий (опорные конспекты, поэтапная организация процесса обучения, открытые контрольные материалы и др.)» [50, с. 15]. Элементы технологий обучения, например, элементы авторских технологий и др., их отношения при формировании методических систем, имеющих целью обеспечение качества обучения и преподавания, проведение диагностики и т.д., могут рассматриваться в качестве эпистем.

Особое место в развитии дидактических элементов процесса обучения занимают элементы информатизации образования. В частности, А.М. Коротков определяет, что «элементами дидактической системы, взаимодействие которых определяет эффективность обучения в компьютерной среде, являются субъекты – конкретный учащийся, педагог, другие учащиеся, создатели электронных образовательных продуктов, и объект деятельности – учебный предмет» [60, с. 25]. Элементы информатизации образования включают элементы систем обучения и методических систем, в т.ч., элементы дистанционного обучения, элементы формирования информационной культуры и управления обучением и т.д. Такие элементы в рамках эпистемодидактических исследований выступают в качестве эпистем.

Представления дидактических элементов в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации эпистем в образовании и обучении в соответствии с рисунком 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы методических (дидактических) систем | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Эпистемы учебного процесса | | | |  | Функциональные эпистемы | | | |
|  | Эпистемы подготовки и компетентности | |  |  |  | Эпистемы технологии | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Эпистемы диагностики, анализа и контроля знаний | |  |  |  | Эпистемы информатизации | |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |

Рисунок 2 – Эпистемодидактическая модель организации эпистем, задающих дидактические элементы

Представленные в модели дидактические элементы раскрывают составляющие рассматриваемых методических систем, процессов, технологий, педагогических способов деятельности, а также указывают на взаимозависимые составляющие, определяют роль элементов в связи с их назначением в педагогических объектах и деятельности, что следует из приведенных выше высказываний И.А. Алехина [2], В.М. Казакевича [45], Е.С. Кодиковой [50], А.М. Короткова [60], Я.Д. Лебедева [75], В.А. Попкова [192], А.М. Пышкало [203], И.Д. Рудинского [216] и др. Однако, исследование и представление таких элементов исчерпываются рамками соответствующих методических систем, процессов, технологий, способов деятельности и др., не всегда позволяя объединять и сопоставлять их. Введение понятия эпистемы, напротив, позволяет проводить исследования, где наполненные разным смыслом или функциональной нагрузкой понятия, организованы с точки зрения единого понятия.

Эпистемы в рамках эпистемодидактических исследований можно принимать и представлять в качестве величин, обладающих определенным набором свойств и признаков, и в связи с этим позволяющих проводить сопоставления, а также сравнения и измерения в соответствующих системах. Это исследуется в [103, с. 109; 110, с. 5; 113, с. 34; 139].

В качестве единиц содержания образования и организации процесса обучения рассматриваются единицы учебного материала, единицы знаний по конкретной учебной дисциплине и др. В частности, А.Ю. Лазебникова отмечает, что «при формулировании целей приходится учитывать и разные уровни усвоения отдельных единиц знаний. Так, усвоение понятия может быть задано на уровнях: а) знания термина, б) знания отдельных признаков в их взаимосвязи..., в) знания развернутых определений» [72, с. 224]. И.А. Зимней рассматриваются и определяются разные виды единиц в процессе обучения: «учебная задача – это основная единица учебной деятельности..., учебная ситуация... как единица целостного образовательного процесса» [41, с. 6]. Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной постулируется, что «ключевой фактор, влияющий на формирование интеллекта учащихся, – содержание школьного образования. Единицей же содержания школьного предмета является учебный текст» [26, с. 73]. Единицы содержания образования и организации процесса обучения включают единицы знаний и уровни их усвоения, единицы содержания учебных дисциплин, единицы дидактического материала в учебных ситуациях в рамках педагогических технологий, при проектировании и моделировании процесса обучения, и представляют собой соответствующие эпистемы.

В содержании образования и организации процесса обучения рассматриваются дидактические единицы. В этой связи, например, С.С. Гончаров, Б.Н. Дроботун, А.А. Никитин определяют, что «в математических дисциплинах в качестве дидактических единиц принято рассматривать понятия и определения; отношения и их виды; свойства понятий и отношений; простейшие методы и алгоритмы; теоремы и доказательства теорем; задачи и решения задач… . Являясь основой конкретного раздела данной дисциплины множество дидактических единиц определяет содержание этого раздела (или всей дисциплины в целом). В связи с этим порядок их введения играет существенную роль при изучении данной дисциплины» [30, с. 59]. С.М. Редлих и др. отмечают, что в рамках непрерывности образования «выделяются гносеолого-дидактические единицы, связанные с целостностью и уникальностью процесса научного познания» [214, с. 140]. Дидактические единицы связаны с объемом и формами представления обучающей информации, в частности, в качестве дидактических единиц рассматриваются последовательно выстроенные составляющие процесса обучения (лекции, семинары и др.), а также учебный материал (или его части, темы) в программах дисциплин и курсов, включая понятия, их отношения, алгоритмы и т.д., что позволяет рассматривать дидактические единицы в качестве эпистем.

Объединения и сочетания дидактических единиц определяют формирование укрупненных дидактических единиц. П.М. Эрдниев ввел понятие «укрупненной дидактической единицы», при этом П.М. Эрдниев и Б.П. Эрдниев считают, что «укрупненная дидактическая единица обладает качеством системности и целостности, устойчивостью к сохранению во времени и быстрым проявлением в памяти» [254, с. 6]. Е.А. Ракитина показывает, что «при построении методики обучения, наряду с общедидактическими принципами, целесообразно учитывать принцип «голографичности» (наложения – *Авт.*), который можно рассматривать как развитие принципа укрупнения дидактических единиц на деятельностной основе» [211, с. 400]. Введение укрупненных дидактических единиц подразумевает проведение синтеза элементов содержания образования и организации процесса обучения, предполагает формирование множеств дидактических единиц, например, блоков, модулей и др., построения новых видов дидактических единиц в рамках методических разработок и т.д. В результате, укрупненные дидактические единицы также могут рассматриваться в качестве эпистем.

Одним из важных элементов формирования содержания образования и организации процесса обучения является выбор языковых единиц. В частности, Т.А. Новикова отмечает, что «термины как единицы языка обладают всеми основными функциями слова и являются средством передачи и восприятия научных и научно-технических понятий» [174, с. 84]. В исследовании В.А. Степаненко рассматриваются «высказывание как самостоятельная единица коммуникации обучения» [234, с. 75] и «предложение как элементарная коммуникативная единица» [Там же, с. 90]. Разбиения языковых и речевых конструкций на единицы приводит к выявлению различных языковых единиц (термины и др.), единиц обучения коммуникативным навыкам (текст, диалог, высказывание и др.), единиц взаимодействия, коммуникативных единиц и т.д. Такие языковые единицы выступают в качестве эпистем.

Задание различных составляющих содержания и организации процесса обучения определяет выявление соответствующих структурных единиц. Так, Т.В. Кириллова в свете идеи о комплексном изучении дисциплин отмечает, что «в этих комплексах в качестве структурной единицы познания выступает та или иная проблема, решение которой требует привлечения знаний из различных областей наук» [48, с. 343]. Структурные единицы рассматриваются в педагогических системах и моделях обучения, системах подготовки и контроля уровней подготовки, и определяют компонентный состав таких систем и моделей, поэтому структурные единицы являются эпистемами.

Функциональные и связанные с ними технологические единицы рассматриваются в приложении к деятельности в педагогической среде, в частности, к процессу профессионального становления специалиста, его последующей профессиональной деятельности, развития компетентностей и т.д. В частности, В.П. Косырев отмечает, что «обязательной сквозной линией системы методической подготовки является освоение базовых, инвариантных функциональных единиц деятельности, интегрирующих соответствующие знания и умения и составляющих... профессиональную компетентность будущего педагога» [62, с. 10]. А.Ф. Присяжной «разработана акмеологическая технология педагогического прогнозирования... в базовых компонентах системы непрерывного педагогического образования, которая состоит из системы технологических единиц: крупных технологических структур (последовательно реализуемые структурные блоки: учебно-познавательный прогностический блок, профессиональный прогностический блок, обучающий прогностический блок), технологических звеньев (целевое, содержательно-операционное, оценочное), технологических микроструктур (предпрогнозная ориентация, прогнозный диагноз, прогнозная проспекция, верификация, корректировка)» [196, с. 16]. Функциональные и технологические единицы определяются дидактическими задачами, компонентами профессиональной деятельности, содержанием и структурой профессиональной и методической компетентностей, в т.ч. в виде блоков, звеньев, микроструктур и др., и являются эпистемами.

При раскрытии содержания педагогических объектов определяются единицы анализа как элементы, при помощи которых исследуются соответствующие объекты. В этом ключе Л.С. Выготский подразумевает «под единицей... такой продукт анализа, который в отличие от элементов обладает всеми основными свойствами, присущими целому, и который является далее неразложимыми живыми частями этого единства» [23, с. 14]. Единицы анализа формируют деятельность, творчество, мотивационную сферу, задают педагогические и образовательные системы, категории и т.д. и таким образом представляют собой эпистемы.

Единицы измерения вводятся и используются с целью установления соотношений между исследуемыми объектами в процессе обучения. Использование единиц измерения знаний предполагает рассмотрение эталонов. Излагая применение теоретико-вероятностного подхода к психолого-педагогическим исследованиям, у Л.Б. Ительсона «за эталон сравнения приняты в каждом случае условия обучения, при которых один из способов изложения того же материала дал максимальное число правильных ответов, принятое за единицу» [43]. М.Р. Кудаев предлагает количественные измерители качества процессов и объектов, в связи с чем «для определения объема знаний выделялись элементы знаний по каждой теме изучаемого раздела и составлялись эталоны знаний» [66, с. 270]. Н.И. Санникова определяет, что «поскольку элементарная учебная единица охватывает минимальный объем информации,... ее можно рассматривать как единицу измерения знаний учебного материала студентом» [221, с. 155] и присваивать «значение, равное единице» [Там же, с. 155]. При этом «использование... технологии математического моделирования содержания учебного материала по теоретическим дисциплинам учебного курса вузов физкультурного профиля позволяет... определить количество элементарных учебных единиц по каждой подтеме, каждому подразделу темы, по теме в целом» [Там же, с. 183], а «при отборе учебного материала между учебными дисциплинами в первую очередь изучается та элементарная учебная единица, которая встречается раньше, а в дальнейшем, на других предметах, она упоминается в виде ссылки, или рекомендуется в виде повторения» [Там же, с. 184]. Кроме того, Н.И. Санникова рассматривает различные показатели качества процесса обучения, включая «отношение количества усвоенных элементарных учебных единиц... к общему количеству элементарных учебных единиц учебной дисциплины» [Там же, с. 156], а также расчитывает «скорость усвоения элементарных учебных единиц... как отношение среднеарифметического значения набранных баллов учебной группой по всем требованиям ко времени, отводимому на данный предмет по учебному плану» [Там же, с. 157]. С.Б. Куликов указывает, что «в естествознании имеются инвариантные единицы (килограммы, метры, секунды и другие), привлечение которых открывает перспективы для ожидания заданных результатов от конкретной последовательности учебных действий» [68, с. 53]. Введение измерений и эталонов дает возможность получать количественные оценки, отражающие качество процесса обучения, объемы усваиваемого учебного материала по темам, разделам и в целом по учебным дисциплинам с учетом возникающих связей. Введение единиц измерения и эталонов задает введение эпистем, используемых для измерений.

Использование зачетных единиц позволяет формировать количественные оценки для образовательных модулей, курсов, программ, компетенций и др. В частности, А.А. Никитин, А.П. Ефремов, И.В. Силантьев предлагают «методологический подход к формированию системы зачетных единиц, основанный на понятии эпистемы – некоторой условной единицы измерения... . Разработанный... подход позволил дать не только качественную, но и количественную оценку курсов по рассматриваемым предметам,... сравнивать уровни сложности не только курсов в одной дисциплине, но и курсов в различных школьных дисциплинах. Предложенная технология сравнения уровней сложности учебных курсов может быть применена как к одному, так и к нескольким различным образовательным организациям и учреждениям» [91, с. 4]. Формирование систем зачетных единиц обеспечивает возможности сопоставления и сравнения различных учебных модулей, программ, уровней обучения, образовательных систем на разных ступенях и уровнях образования. Таким обрразом, зачетные единицы определяют элементы знаний и являются эпистемами.

Представления единиц в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации единиц в образовании и обучении как эпистем, множеств эпистем и их отношений в соответствии с рисунком 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |  | |  |  |  |  | | |  |  |
|  | Единицы содержания образования и организации процесса обучения | |  | Дидактические единицы | |  |  |  | Единицы анализа | | |  |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |
|  | Языковые единицы | |  | Укрупненные дидакти-ческие единицы | |  |  |  | Единицы измерения | | |  |  |
|  |
|  |  | |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | Зачетные единицы | | |  |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |
|  | Структурные единицы | |  | Функциональные и тех-  нологические единицы | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  |  | | |  |  |

Рисунок 3 – Эпистемодидактическая модель организации единиц

Представленные в модели виды единиц, определяемые авторами педагогических исследований, являются примерами эпистем, которые рассматриваются, по крайней мере, в двух раздельных смыслах: во-первых, как составляющие части исследуемого объекта, это относится, в частности, к рассуждениям Л.С. Выготского [23], Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной [26], С.С. Гончарова, Б.Н. Дроботуна и А.А. Никитина [30], И.А. Зимней [41], Т.В. Кирилловой [48], В.П. Косырева [62], С.Б. Куликова [68], А.Ю. Лазебниковой [72], Т.А. Новиковой [174], А.Ф. Присяжной [196], Е.А. Ракитиной [211], С.М. Редлиха [214], В.А. Степаненко [234], П.М. Эрдниева и Б.П. Эрдниева [254] и др.; во-вторых, как величины, определяющие возможности для измерений исследуемых объектов, что формулируется в высказываниях Л.Б. Ительсона [43], М.Р. Кудаева [66], А.А. Никитина, А.П. Ефремова и И.В. Силантьева [91], Н.И. Санниковой [221] и др. Каждое из указанных представлений имеет свою ограниченную область применения и позволяет реализовать узкую направленность соответствующего смысла. В то же время введение и использование понятия эпистемы, а также характеристик и свойств этого понятия, позволяет объединять указанные смыслы и рассматривать эпистемы и как составляющие части, и, одновременно, как величины для исследуемых объектов в педагогике.

Таким образом, в параграфе сформулированы определения и раскрыта сущность понятий «эпистема», «эпистемодидактика», «эпистемодидактические исследования» в рамках педагогической науки, обосновано применение этих понятий к содержанию образования и организации процесса обучения.

Кроме этого, решены задачи упорядочивания и классификации элементов и единиц на основании контекстов их использования в педагогических исследованиях разных авторов. В связи с этим были выявлены:

* + содержательные элементы в сфере образования и обучения, включая элементы общественных отношений и культуры, связанные с образовательными потребностями, элементы научных и учебных знаний, структурные элементы, базисные элементы, элементы содержания, элементы учебных дисциплин, учебные элементы, элементы педагогических теорий, элементы систем, элементы моделей;
  + дидактические элементы, среди которых элементы методических (дидактических) систем, элементы учебного процесса, педагогических и образовательных технологий, элементы подготовки и компетентности, элементы диагностики, анализа и контроля качества знаний, функциональные элементы, а также элементы информатизации;
  + различные виды единиц, включая единицы содержания образования и организации процесса обучения, дидактические единицы и укрупненные дидактические единицы, языковые единицы, структурные единицы, функциональные и технологические единицы, единицы анализа, единицы измерения и зачетные единицы.

Для целей настоящего исследования установлено, что в рамках эпистемодидактики содержательные элементы, дидактические элементы, а также единицы являются примерами эпистем, задающих формирование различных аспектов содержания образования и организации процесса обучения.

Для содержательных и дидактических элементов, а также для единиц построены соответствующие эпистемодидактические модели, позволяющие систематизировать и наглядно обобщать рассматриваемые эпистемы.

В результате, установлено, что введение понятия «эпистема» создает единое основание для различных видов элементов и единиц, определяемых в педагогических исследованиях.

**1.2. Множества элементов в образовании и обучении**

Понятия «элемент» и «множество элементов» тесно взаимосвязаны, поскольку всякое конкретное множество определяется всеми теми элементами, которые содержатся в этом множестве. В данном параграфе решаются задачи исследования определяемых авторами педагогических исследований множеств, объединений, пересечений, включений, подсистем (подмножеств), проведения классификаций и обобщений, а также формирования соответствующих эпистемодидактических моделей. Эти вопросы рассматриваются в [100, с. 5; 116, с. 35]. Переход от исследования элементов к исследованию множеств элементов определяет развитие рассматриваемых элементов и находит непосредственное отражение в эпистемодидактике как переход от рассмотрения эпистем к рассмотрению множеств эпистем.

Авторы педагогических исследований задают множества элементов, рассматривая их представления, раскрывая качества и содержание формирующих их элементов, принимая во внимание связи между элементами и т.д. В частности, А.А.‑Р. Тыльдсепп указывает, что «любой учебный материал или какую-либо его часть можно представить в виде ориентированного графа, который определяется с помощью двух множеств – множества структурных элементов и множества связей между этими элементами» [242, с. 110]. Исследование множеств элементов в учебном материале, в моделях системы методической подготовки, при использовании системного подхода к различным педагогическим явлениям и объектам предполагает исследование самих элементов, их свойств и характеристик, а также связей между элементами в рассматриваемых множествах. Такие множества могут рассматриваться как множества эпистем в системе образования и в процессе обучения.

В педагогических исследованиях продемонстрированы разнообразные аспекты использования понятия «множество», в частности, рассматриваются множества реализуемых в образовании идей, множества педагогических и проблемных ситуаций, требующих исследования и решения, множества знаний по учебной дисциплине и др. Так, Ю.С. Брановский указывает, что «приведение содержания высшего педагогического образования в соответствие с его уровнями и ступенями профессиональной подготовки, с принципами и задачами новой развивающей школы требует реализации множества идей, одной из которых является информатизация образования» [17, с. 54]. Е.В. Ширшов рассматривает «множества реальных проблемных ситуаций, разрешение которых способствует успешному формированию профессионально-личностных качеств будущих специалистов» [253, с. 9]. В.В. Сериков отмечает, что «педагог творит педагогическую реальность, ориентируясь на целостный образ этой реальности, в котором запечатлено множество деталей конкретных педагогических ситуаций» [226, с. 32]. А.А. Тыльдсепп указывает, что «множество знаний по химии составляет систему при наличии взаимных связей между отдельными элементами знаний» [242, с. 5]. В различных аспектах педагогической деятельности формируются множества идей, ситуаций и знаний, условия формирования которых обусловлены контекстом процесса обучения, в т.ч., связями между элементами знаний, уровнями и ступенями подготовки, методическим и дидактическим обеспечением процесса обучения и т.д. В итоге, множества идей, ситуаций и знаний представляют собой множества соответствующих эпистем.

Процессы проектирования и моделирования в образовании затрагивают множества стандартов, множества образовательных траекторий и др., при этом рассматриваются множества моделей в исследуемых системах, а также множества форм и вариантов в рамках моделей с учетом возникающих отношений. Например, В.М. Соколов разрабатывает теоретические основы проектирования образовательных стандартов, в связи с чем рассматривает «множество образовательных стандартов» [231, с. 333]. Э.Ф. Зеер и Э.Э. Сыманюк устанавливают, что «учитывая процессы самоорганизации и иррациональные тенденции развития, следует допустить наличие множества реальных нелинейных траекторий профессионального становления личности» [39, с. 78]. A.A. Реан, Н.В. Бордовская, С.И. Розум устанавливают, что модель организации обучения «учитель‑ученик» «проявляется во множестве форм и вариантов: это индивидуально-дидактический контакт учителя с учеником, акты стимулирования к творчеству и самостоятельности, индивидуальные обсуждения учебных проблем и консультации» [212, с. 293]. Множества стандартов, систем, моделей, отношений, образовательных траекторий определяют содержание образования и организацию процесса обучения. Рассматриваемые множества представляют собой множества соответствующих эпистем.

Одной из составляющих процесса обучения является формирование множеств заданий, нахождение множеств решений. В частности, И.Д. Рудинский рассматривает «разбиение множества тестовых заданий на тематические подмножества, элементы которых семантически коррелированы друг с другом, с обязательным нормированным ранжированием как тестовых заданий внутри каждого подмножества, так и выделенных подмножеств между собой» [216, с. 76]. Тем самым, рассматриваются множества заданий для целей иллюстрации применения изучаемых теорий, исследуется формирование множеств решений, в т.ч. для нахождения оптимальных решений и т.д., и можно говорить, что определяются эпистемы, задающие задания, решения, а также множества этих эпистем.

Представления множеств элементов в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации множеств эпистем и их отношений в соответствии с рисунком  4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | | |  | |  |  |
| Множество идей, ситуаций и знаний | |  | | Множество элементов | | |  | Множество стандартов,  систем, моделей | |
|  | |  |
|  |  | |  | |  | |  | |  |
| Множество заданий, решений | | | | | | | | | |

Рисунок 4 – Эпистемодидактическая модель организации множеств эпистем

Множества, рассматриваемые в педагогических исследованиях, в частности, Ю.С. Брановским [17], Э.Ф. Зеер и Э.Э. Сыманюк [39], A.A. Реаном, Н.В. Бордовской и др. [212], И.Д. Рудинским [216], В.В. Сериковым [226], В.М. Соколовым [231], А.А.‑Р. Тыльдсеппом [242], Е.В. Ширшовым [253] и др., являются наборами элементов знаний, из которых складываются новые элементы знаний – сами множества. Это в терминах эпистемодидактики определяет и составляющие множеств как эпистемы, так и эти множества как более наполненные эпистемы, и позволяет рассматривать такие эпистемы как целостный объект, обладающий заданными свойствами и характеристиками, а также расширять сферу воздействия и взаимодействия через установление связей и отношений с другими эпистемами в образовании и обучении.

Понятие «объединение» используется в педагогической науке, по крайней мере, в трех смыслах: во-первых, в смысле совокупности элементов, объединенных некоторых свойством, т.е. соответствует определению понятия «множество», когда каждое множество определяется своими элементами; во‑вторых, в смысле, когда под объединением понимают объединение множеств, т.е. формирование нового множества, элементами которого являются все элементы из объединяемых множеств; в-третьих, когда к рассматриваемому множеству элементов присоединяются новые элементы или множества элементов, иногда в этом случае говорят, что первоначальное множество дополняется новыми элементами или новым множеством элементов, тем самым, можно говорить о синтезе соответствующих элементов. Указанные смыслы с точки зрения педагогики (дидактики, эпистемодидактики) близки.

В содержании образования и организации процесса обучения возникает потребность в объединении в целое, в систему. Например, Н.А. Клещева показывает, что «объединение фундаментального знания учебных курсов вокруг стержневых идей современной физической картины мира способствует решению как проблемы внутренней целостности курсов, так и обеспечению информационной и мировоззренческой преемственности всех этапов инженерной подготовки» [49, с. 14]. При формировании целостной системы знаний, задании целостности учебных курсов и дисциплин, в т.ч. при рассмотрении билингвального обучения, возникают вопросы, определяющие объединение в целое, в систему. В результате, объединение в целое, в систему определяет формирование соответствующих множеств эпистем.

В рамках функционирования системы образования формируются различные объединения субъектов и объектов процесса обучения. В частности, Н.З. Смирнова рассматривает «школу‑комплекс» как «объединение средней школы с рядом социокультурных учреждений» [228, с. 8]. Н.Л. Селиванова рассматривает «школьный коллектив – дифференцированное единство разных по своим функциям объединений детей и взрослых» [224, с. 113]. Е.В. Сухушина, Л.Г. Смышляева и др. отмечают, что «педагогический аспект целей деятельности детских общественных объединений состоит в гармонизации опыта коммуникативного взаимодействия в детском коллективе» [336, с. 200]. Различные объединения субъектов и объектов в процессе обучения возникают и исследуются при объединении субъектов с субъектами, субъектов с объектами, а также объектов с объектами, которые формируются на уровне школ, профессиональных учебных заведений, вузов и др. Такие объединения могут рассматриваться как объединения эпистем.

В педагогических исследованиях при создании технологий обучения находят отражение объединения технологий, подходов, исследований и др. Например, А.И. Подольский указывает, что «для создания технологий (развивающего обучения – *Авт.*) необходимо объединение философских, психологических, дидактических и методических исследований» [190, с. 16]. Исследования объединений технологий, моделей, подходов, разных способов систематизации и классификации элементов в области образования обосновываются необходимостью развития и повышения эффективности процесса обучения. Каждое из таких объединений представляет собой объединение эпистем.

Создание новых интегрированных дисциплин, курсов, специальностей и связанных с ними интеграционных систем понятий и терминов определяет проведение исследований соответствующих объединений. Так, Н.Ю. Русова рассуждает об «объединении в одном курсе информационных структур разных предметов» [219, с. 11], в результате чего «не только рождаются новые учебные курсы, интегративные уроки и блоки таких уроков, но и формируются соответствующие интеграционные системы понятий и терминов» [Там же, с. 11]. Объединения специальностей обучения, а также базовой и профильной подготовки, учебных курсов или их частей определяют формирование новых множеств, направлений подготовки, создание интегрированных систем понятий и терминов и т.д. Такие объединения курсов, специальностей, уровней подготовки могут выступать при проведении эпистемодидактических исследований в качестве объединений (множеств) соответствующих эпистем.

Построения объединений эпистем обладают новыми свойствами, присущими именно этим новым множествам эпистем.

Представления объединений множеств в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации объединений эпистем и множеств эпистем в соответствии с рисунком 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объединение в целое, в систему | | | | | | | | |
|  |  | | |  |  | | |  |
| Объединение субъектов, объектов процесса обучения | |  | Объединение курсов, специальностей и уровней подготовки | | |  | Объединение технологий, моделей, подходов | |
|  |  |
|  |  |  | | |  |  |

Рисунок 5 – Эпистемодидактическая модель организации объединений эпистем

Формируемые виды объединений, в частности, рассматриваемые Н.А. Клещевой [49], А.И. Подольским [190], Н.Ю. Русовой [219], Н.Л. Селивановой [224], Е.В. Сухушиной, Л.Г. Смышляевой [236] и др., имеют целью создавать новые объекты в педагогике для выявления и изучения новых свойств и характеристик, установления новых связей и отношений, формирования новых целостных систем. Переход к исследованиям к рамках эпистемодидактики позволяет производить разнообразные построения на основе единого понятия эпистема, которое в зависимости от требований контекста исследований, наполняется соответствующим содержанием, тем самым, сочетание, совмещение, наложение различных объектов и их признаков в процессе объединения дает возможность оставаться на одних позициях и сохранять целостность рассматриваемых построений.

Под пересечением традиционно понимается общая часть рассматриваемых областей, определяющих пересечение. Это новое множество эпистем обладает своими свойствами и характеристиками, которые отражают характерные особенности пересечения этих областей.

Авторы педагогических исследований обращаются к понятию «пересечение», рассматривая вопросы определения и построения содержания образования и организации процесса обучения. Так, Л.В. Занина рассуждает о том, что «образование... может быть рассмотрено как пересечение конгломерата образовательных традиций..., в точках пересечения которых образуется образовательный... центр, обладающий наибольшей знаковой мощностью» [38, с. 298].Т.С. Назарова указывает, что «взаимосвязь различных областей в виде пересечения дисциплинарных областей, конъюнкции (сопряжения) и взаимопроникновение позволяет определить типичные интегративные понятия и возможные интегрированные блок-модули содержания» [87, с. 27]. Для решения задач педагогических исследований рассматриваются пересечения различныхмножеств областей знаний, традиций, категорий, технологий обучения, что позволяет формировать новые множества, обладающие характеристиками или существенными свойствами первоначально рассматриваемых множеств, категорий, образовательных традиций, дисциплинарных областей, технологий обучения и др., которые являются соответствующими множествами эпистем. Получаемые пересечения множеств в системе образования также рассматриваются как пересечения множеств эпистем.

Представления пересечений множеств в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации пересечений эпистем и множеств эпистем в соответствии с рисунком 6.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пересечение образовательных традиций, категорий | |  | Пересечение дисциплинарных областей |  | Пересечение технологий обучения | |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Рисунок 6 – Эпистемодидактическая модель организации пересечений эпистем

Применение терминологии эпистемодидактики и рассмотрение множеств, формирующих пересечения, а также вновь получаемых множеств (т.е. самих пересечений), в работах Л.В. Заниной [38], Т.С. Назаровой [87] и др., как эпистем, устраняет проблему использования разнообразных понятий и делает более удобным понимание процесса формирования новой эпистемы, ее определения и установления свойств и характеристик.

Понятие «включение в множество» рассматривается как включение элемента в множество или как определение в множестве его подмножеств. При рассмотрении множества элементов некоторые его элементы образуют собственное множество – подмножество первоначального множества. Оставшиеся элементы из первоначального множества образуют другое подмножество, и оба этих подмножества являются включениями в первоначальное множество элементов. При этом на подмножестве формируются отношения, взаимосвязи, зависимости, определенные для исходного множества, а также новые отношения, связи, зависимости. Некоторые отношения, связи, зависимости первоначального множества могут отсутствовать в подмножестве, т.е. в подмножестве может происходить «упрощение» отношений, связей, зависимостей.

Рассмотрение включений в множества вкладывается в рамки эпистемодидактических исследований и определяется как включение эпистем в множество или как определение в множестве эпистем его подмножеств, что исследуется в [100, с. 24; 102, с. 27].

В педагогике исследуются включения обучаемых в образовательную деятельность и среду. В частности, Э.А. Манушин указывает, что «важнейшим направлением развития инженерного образования... является... органическое включение студентов в активную творческую деятельность, обеспечение их участия в исследовательской и инженерной работе» [83, с. 13]. В.И. Ревякина и К.Е. Осетрин указывают, что «самоопределение достигалось путем активного включения старшеклассников во время педагогической практики в проектирование и реализацию общественно-полезных воспитательно-развивающих дел в начальных классах своей школы» [213, с. 246]. Включения обучаемых в учебную, трудовую, творческую деятельность, в т.ч., в различные составляющие методических и дидактических систем, задают подмножества элементов этой образовательной деятельности, т.е. задают включение эпистем, характеризующих обучаемых, в соответствующие множества эпистем.

Включения педагогов в образовательную деятельность и образовательное пространство рассматриваются различными авторами. Например, С.М. Конюшенко рассматривает «включение педагога в совместную с коллегами информационно-образовательную деятельность для разработки проектов, учебно-методических комплектов и др., оказание психологической и административной поддержки педагогам» [59, с. 320]. Включения педагогов в образовательную деятельность и образовательное пространство, в т.ч., в разработку педагогических моделей, учебно-методических комплексов, структур повышения квалификации, определяют подмножества элементов этой образовательной деятельности и функциональное состояние педагогов в ней. Можно говорить о том, что включение педагога подразумевает включение определяющих его эпистем и исследование результатов такого включенния.

В сфере образования и обучения рассматриваются различные виды включений. Так, Н.М. Чегодаев занимается обоснованием «научных основ включения в образовательно-развивающую среду института инновационных моделей педагогического процесса – гуманитарно-аксиологической, коррекционно-диагностической, профессионального становления, функционально-ориентированной и др.» [251, с. 252]. В.Н. Куровский, И.О. Кириллова и А.Д. Копытов указывают, что «совместные коллективные дела способствовали... включению всех участников образовательного процесса в социальные акции, коллективные творческие дела, социальные проекты» [70, с. 95]. Включения в учебную среду рассматриваются как определение подмножеств систем и моделей эпистем с учетом соответствующих внешних и внутренних связей.

Включение в процесс обучения определяет различные виды включений в процессы усвоения знаний. Так, например, Н.В. Кочергина исследует формы включения методологических знаний в учебно-воспитательный процесс, в т.ч., «через структуру и организацию учебного материала;... через поисковую деятельность учащихся; ... через познавательную деятельность учащихся;... через другие виды вспомогательных знаний» [63, с. 212]. Включение в процесс обучения определяет включения в процессы управления усвоением знаний с учетом уровней развития мышления и интеллектуальных умений, а также включения различных методов и приемов, способствующих координации, контролю и повышению качества формируемых знаний и т.д. Такие включения представляют собой включения соответствующих эпистем и множеств эпистем в процесс обучения.

Включения в структуру подготовки и содержание обучения определяются задачами обучения. В частности, М.П. Лапчик указывает, что в современных условиях «актуализируется... задача специальной и непрерывной подготовки... участников образовательного процесса в области использования систем и сред... электронного обучения... . Требуется... насыщенная система включения... курсов... в структуру образовательных программ и учебных планов подготовки педагогических кадров» [74, с. 83]. Л.С. Демина, З.А. Скрипко и Н.А. Люрья пишут о включении профессиональных проб «в различные виды образовательной деятельности студентов в рамках основных образовательных программ соответственно учебным планам (изучение профильных дисциплин, выполнение научно-исследовательской работы, прохождение учебной и производственной практик, внеучебная деятельность)» [34, с. 67]. При включении в структуру подготовки и содержание обучения исследуются включения различных знаний, учебных дисциплин, материалов курсов, дополнительных тем, методик и приемов учебной деятельности, элементов контроля, профессиональных испытаний и т.д. Тем самым, имеют место включения тех или иных эпистем в структуру подготовки и содержание обучения.

В процессе обучения имеют место различные включения в учебную дисциплину. Например, В.П. Беспалько отмечает, что «число учебных элементов – показатель относительный: чем более обобщенно изучается та или иная дисциплина, тем меньше учебных элементов будет включено в граф учебного предмета» [13, c. 88]. Н.И. Санникова показывает, что «при отборе учебного материала по одной учебной дисциплине включение элементарной учебной единицы в учебный материал определяется степенью повторяемости этой элементарной учебной единицы в учебной литературе» [221, с. 171]. При исследовании включений в учебную дисциплину рассматриваются включения знаний, элементов дисциплин, способов учебной деятельности в программы курсов, дисциплин, в учебный материал и др. Такие включения в учебную дисциплину могут быть представлены как включения соответствующих эпистем.

В системе образования возникают различные включения в организационную структуру. Так, Г.Ф. Куцев отмечает необходимость «поддерживать включение в состав университета или организацию в нем академических гимназий для одаренных школьников, ориентированных на университетское образование» [71, с. 42]. Включения в организационную структуру учебных заведений или ступеней образования подразумевают включение одних объектов образования в другие объекты образования. В итоге, различные включения в организационную структуру являются эпистемами.

Отдельно рассматривается включение информатизации в процесс обучения. В частности, И.В. Левченко обосновывает «углубление содержания методической подготовки учителей информатики за счет включения теоретических и методологических вопросов теории и методики обучения информатике» [76, с. 431]. Таким образом, рассматриваются включения в систему обучения и подготовки в области информатики, а также включения средств, мероприятий, технологий в систему организации дистанционного обучения и использования информационных технологий, которые влекут за собой изменения фундаментальной и методологической подготовки, методики, дидактики, контроля в процессе обучения. Тем самым, рассматриваются включения эпистем, связанных с информатизацией образования, в процесс обучения и его организацию.

Представления включений в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации включений эпистем и множеств эпистем в соответствии с рисунком 7.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Включение обучаемых | |  | Включение педагогов | |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | Включение в учебную среду | |  | Включение в процесс обучения | |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | Включение в структуру подготовки и содержание обучения | |  | Включение в учебную дисциплину | |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | Включение в организационную структуру | |  | Включение информатизации в процесс обучения | |  |
|  |  |  |

Рисунок 7 – Эпистемодидактическая модель организации включений эпистем

Таким образом, в педагогических исследованиях авторы, в частности, В.П. Беспалько [13], З.А. Скрипко, Н.А. Люрья и др. [34], С.М. Конюшенко [59], Н.В. Кочергина [63], В.Н. Куровский, А.Д. Копытов и др. [70], Г.Ф. Куцев [71], М.П. Лапчик [74], И.В. Левченко [76], Э.А. Манушин [83], В.И. Ревякина и К.Е. Осетрин [213], Н.И. Санникова [221], Н.М. Чегодаев [251] и др., рассматривают различные включения, которые предполагают присоединение или взаимодействие, определяющие новое состояние, структуру или содержание педагогических объектов и процессов. Рассматривая каждый вид включений как эпистему, формирование эпистемодидактической модели таких включений позволяет упорядочить эти эпистемы, выявить связи и отношения между ними и т.д.

Для систем рассматриваются вопросы включения, т.е. подсистемы (или подмножества с некоторой структурой отношений). Эти вопросы изучаются в [100, с. 40; 130, с. 88]. Всякая система характеризуется набором элементов, отношений и взаимосвязей между этими элементами. Точно также можно характеризовать и всякую подсистему. При этом множество отношений и взаимосвязей в подсистеме распределяется на два типа: первый – отношения и взаимосвязи, которые определены в системе и переходят в подсистему; второй – внутренние отношения и взаимосвязи, присущие именно этой подсистеме. Тем самым, для подсистемы могут рассматриваться как внутренние, так и внешние отношения и взаимосвязи.

Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать педагогические объекты как множества эпистем с соответствующими отношениями, связями, зависимостями. Если, например, рассматривать три подсистемы порознь, то каждая из этих подсистем обладает своими внутренними отношениями, связями, зависимостями. Объединяя их в единую систему, получаем объединения множеств всех эпистем, входящих в первоначально рассматриваемые подсистемы. В результате, появляются новые отношения, связи, зависимости, т.е. первая подсистема влияет на вторую и третью подсистемы, вторая оказывает влияние на первую и третью, а третья влияет на первую и вторую, тем самым, все три подсистемы имеют взаимное влияние друг на друга. В итоге, в каждой из рассматриваемых подсистем определяются внутренние отношения, связи и зависимости, и между подсистемами устанавливаются внешние отношения, связи и зависимости. Например, система «школа-педучилище-педвуз» имеет связи и зависимости внутри каждой подсистемы, а также формируются внешние связи и зависимости, что в условиях интеграции определяет непрерывность и преемственность системы.

Исследователи рассматривают подсистемы знаний, мышления. Так, Т.В. Кириллова разрабатывает концепцию «достижения у учащихся целостной системы знаний и умений в процессе обучения» [48, с. 27], в которой «знание представляется как… система, состоящая из таких подсистем-компонентов, как содержательно-смысловой, нормативно-регулирующий, операционально-процессуальный, формально-знаковый» [Там же, с. 27]. При исследовании систем знаний, включая методологические знания, проектировании развития мышления рассматриваются подсистемы, определяющие формирование соответствующих систем. При проведении эпистемодидактических исследований подсистемы знаний, мышления могут рассматриваться как эпистемы, определяющие рассматриваемые подсистемы.

Авторы педагогических исследований рассматривают в различных контекстах системы подсистем и подсистемы систем. Например, Л.В. Ишкова отмечает, что «принято разделять большую образовательную систему (сферу образования) и локальные образовательные системы (подсистемы) разных уровней и профилей» [44, с. 4]. При рассмотрении подсистем рассматриваются «внутренние» и «внешние» отношения для подсистем: подсистемы систем предполагают рассмотрения подсистемы внутри системы с ее свойствами, а рассмотрение системы подсистем подразумевает отношения между подсистемами. Тем самым, системы подсистем и подсистемы систем определяют организацию соответствующих эпистем.

В системе образования определяются и исследуются подсистемы образования. В частности, Б.С. Карамурзов рассматривает «подсистемы: совокупность преемственных профессиональных образовательных программ педагогического образования; сеть взаимодействующих между собой структурных подразделений университетского комплекса; органы управления педагогическим образованием» [46, с. 35]. Исследования подсистем, представляющих различные ступени и формы образования, подсистемы в системах педагогического образования и в образовательных процессах, проводятся с учетом отношений и связей между подсистемами и их элементами. В результате, различные подсистемы образования могут рассматриваться в качестве эпистем.

В системах подготовки и формирования компетентности рассматриваются различные подсистемы. Так, у Л.Н. Журбенко «основными... подсистемами (многопрофильной математической подготовки – *Авт.*) являются универсальный дидактический комплекс, в состав которого входит гибкая универсальная программа и универсальный дидактический комплект для студента, интенсивная технология обучения и рейтинговая система оценки учебных достижений» [37, с. 295]. Личностные и профессиональные характеристики обучающих, особенности подготовки по специальностям определяют подсистемы подготовки и формирования компетентности, которые могут рассматриваться как эпистемы в системах подготовки и обучения.

В качестве подсистем выступают педагогические модели, а также их составляющие. В частности, А.В. Петровым «обосновано введение интегральной педагогической модели, в которой известные педагогические модели входят как подсистемы» [185, с. 372], в т.ч. интегральная педагогическая модель М.Н. Берулавы, где центральной задачей определяется «воспитание... человеческих ценностей» [13]. В дидактических и методических системах разрабатываются и проектируются различные педагогические модели и рассматриваются их подсистемы. Эти модели также выступают в качестве подсистем интегральных педагогических моделей. В результате, можно говорить о том, что подсистемы педагогических моделей представляют собой эпистемы, формирующие рассматриваемые модели.

Авторы педагогических исследований разрабатывают различные подсистемы диагностики и контроля. Так, В.Г. Сыромятников рассматривает «методы оценки, обработки информации региональных подсистем диагностики уровней образования в единой схеме мониторинга» [237, с. 11]. Соответствие компонентов качества знаний и уровней профессиональной подготовки заданным показателям достигается использованием имеющихся подсистем диагностики и контроля, их уточнениями и разработкой новых подсистем диагностики и контроля, которые являются эпистемами в соответствующих системах.

Представления подсистем в педагогических исследованиях, формируемые эпистемами, множествами эпистем и их связей и отношений, позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации подсистем в соответствии с рисунком 8.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подсистемы знаний, мышления | | | | | | | |
|  | | | | |  | | |
| Системы подсистем, подсистемы систем | | | | | | | |
|  | Подсистемы образования | |  | Подсистемы подготовки и  формирования компетентности | | |  |
|  |
|  |  |  |  |  | |  |  |
|  | Подсистемы педагогических моделей | |  | Подсистемы диагностики, контроля | | |  |
|  |
|  |  | |  |  | | |  |

Рисунок 8 – Эпистемодидактическая модель организации подсистем

Таким образом, подсистемы (подмножества), рассматриваемые в педагогических исследованиях М.Н. Берулавы [13], Л.Н. Журбенко [37], Л.В. Ишковой [44], Б.С. Карамурзова [46], Т.В. Кирилловой [48], А.В. Петрова [185], В.Г. Сыромятникова [237] и др., и представленные в эпистемодидактической модели, с одной стороны, являются наборами некоторых связанных определенными свойствами или характеристиками составляющих, а с другой стороны, являются частями исследуемого целого. При этом формируются как внутренние связи и отношения в подсистемах, так и внешние связи и отношения подсистем между собой и со всей системой в целом. Подсистема может рассматриваться как эпистема, являющаяся составной частью другой более крупной эпистемы. При этом, поскольку для эпистемодидактических исследований основополагающими являются понятия «элемент», «множество», «отношения», «иерархия», «единица», то любая подсистема автоматически рассматривается с позиции этих пяти понятий: из каких элементов состоит, какое множество образует, какие отношения существуют внутри и вне подсистемы, как элементы в подсистемах и сами подсистемы расположены относительно друг друга, а также какие количественные характеристики применимы к исследуемым подсистемам.

В результате, в параграфе рассмотрены определяемые в педагогических исследованиях множества, а также объединения, пересечения, включения и подсистемы, рассматриваемые как множества, проведены соответствующие классификации. В связи с этим выявлены:

* множества, среди которых множество элементов, множество идей, ситуаций и знаний, множество стандартов, систем, моделей, множество заданий, решений;
* объединения, включая объединение в целое, в систему, объединение субъектов и объектов процесса обучения, объединение исследований, подходов, технологий, объединение учебных дисциплин, специальностей и уровней подготовки;
* пересечения образовательных традиций, категорий, дисциплинарных областей, технологий обучения;
* включения, среди которых включение обучаемых в образовательную деятельность, включение обучающих в процессы обучения, включение в учебную среду, включение в процесс обучения, включение в структуру подготовки и содержание обучения, включение в учебную дисциплину, включение в организационную структуру, включение информатизации в процесс обучения;
* подсистемы (подмножества), в т.ч. подсистемы мышления и знаний, системы подсистем и подсистемы систем, подсистемы педагогических моделей, подсистемы образования, подсистемы диагностики, контроля, подсистемы подготовки, формирования компетентности и др.

Каждое множество определяется своими элементами, а в рамках эпистемодидактики и элементы, и сами множества являются эпистемами, но разного наполнения. Установлено, что в рамках эпистемодидактики множества, объединения, пересечения, включения, подсистемы являются примерами эпистем, задающих формирование содержания образования и организацию процесса обучения. Для рассмотренных множеств эпистем построены соответствующие эпистемодидактические модели. Исследования множеств эпистем, объединений, пересечений, включений и подсистем эпистем позволяют рассматривать новые построения в содержании образования и организации процесса обучения, изучать возникающие связи и отношения.

**1.3. Отношения и связи между элементами и множествами элементов**

В содержании образования и организации процесса обучения между отдельными элементами, а также между множествами и подмножествами элементов возникают связи, отношения и зависимости, формируется иерархическая упорядоченность элементов относительно друг друга, что изучается в [104, с. 53; 114, с. 51; 138, с. 27]. В задачи данного параграфа входит изучение, проведение обобщения, классификации и систематизации видов связей, отношений и зависимостей между элементами как внутри рассматриваемых педагогических объектов и процессов, так и отношений между внутренними и внешними элементами педагогических объектов и процессов, а также исследование различных иерархических построений, определяемых в педагогических исследованиях. Кроме того, в данном параграфе показывается, что в эпистемодидактике связи, отношения, зависимости являются эпистемами, и иерархии элементов представляют собой иерархии эпистем.

Я.А. Коменский определял, что «ничто не предпринимается несвоевременно» [57, с. 47]. Это положение с точки зрения эпистемодидактических представлений подразумевает, что изучаемые эпистемы должны быть, с одной стороны, доступны для понимания и, с другой – изложены в соответствующей поcледовательности (в определенное время), т.е. должны находиться в некоторых связях и отношениях друг с другом: обучаемые должны обладать некоторым набором эпистем для восприятия новых эпистем и понимания выстраиваемых связей и отношений на множествах изучаемых эпистем. Точно также для положения о том, что «материал делается годным для восприятия формы» [Там же, с. 50], изучаемые эпистемы должны быть сформированы так, чтобы формы эпистем (зрительные, символьные и т.д.) были связаны с изученными ранее эпистемами. Таким образом, рассмотрение двух существенных сторон процесса обучения – восприятие обучаемыми учебного материала и изложение обучающими этого материала – имеет сходные эпистемодидактические интерпретации, подтверждая значимость согласования этих сторон обучения, установления необходимых связей и отношений.

Примерами связей и отношений являются русско-английский и англо-русский словари, для которых определены два различных вида отношений множества эпистем русского языка и множества эпистем английского языка. Существенным при этом является порядок эпистем в паре: какие эпистемы стоят на первом месте, какие эпистемы – на втором месте.

Рассмотрим две образовательные системы: систему школьного образования и систему высшего образования. Каждая из этих систем определяется соответствующими наборами эпистем содержания образования и организации процесса обучения. Между эпистемами этих систем существуют различные отношения, одно из них – это влияние возможностей, реализованных в общеобразовательной школе на формирование процесса обучения в высшей школе*,* а второе – требования, накладываемые на эпистемы общеобразовательной школы с точки зрения процесса обучения в высшей школе. Такие два соотношения существенно различаются, но тесно связаны между собой.

Аналогично можно рассматривать связи и отношения между эпистемами, определяющими различные системы образования: дошкольного, общего среднего, среднего специального, дополнительного, бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, повышения квалификации и переподготовки кадров и др.

Важным моментом является то, что сами по себе связи и отношения также представляют собой эпистемы или множества эпистем.

Авторы педагогических исследований рассматривают разнообразные отношения при формировании содержания образования и организации процесса обучения.

Так, между понятиями и терминами возникают различного рода отношения. В частности, В.П. Овечкин отмечает, что «в разных научных школах и в разных странах структура и состав существенных признаков (отношения понятий) существенно разнороден, а объемы понятий либо тождественны, либо включаются друг в друга, либо не имеют пересечений» [177, с. 103]. Т.А. Новикова отмечает, что при формировании терминологической системы «термин представляет собой совокупность элементов..., совокупность отношений между этими элементами... и... как согласованная совокупность элементов и отношений» [174, с. 57]. Между понятиями, терминами в отдельных дисциплинах или в совокупностях различных дисциплин возникают отношения, которые определяются закономерностями применения понятий, что находит отражение при задании базовых и системообразующих терминов содержания направлений образования, при формировании иерархических, логико‑понятийных и других видов отношений между терминами. Такие отношения представляют собой эпистемы.

Соотношения знаний, умений формируются отношениями между знаниями, отношениями между умениями, отношениями между знаниями и умениями. В.П. Косырев отмечает, что «рассмотрение проблемы структуры умений следует начать с выяснения соотношения знаний и умений» [62, с. 224]. Ю.М. Колягин, О.А. Саввина, и др. формулируют тезис, что «важнейшим условием для успешного изучения математики в начальных классах является правильное соотношение между теорией и практикой в процессе обучения» [53, с. 570]. Соотношения знаний, умений предполагают формирование структур знаний, умений, для которых задаются определенные фиксированные соотношения, сопоставляются знания, умения, рассматриваются отношения к целому, отношения между теорией и практикой и т.д., тем самым, эти отношения могут рассматриваться как эпистемы.

Авторы педагогических исследований рассматривают отношения между различными компонентами. Например, Т.В. Кирилловой рассматривается «дидактическая модель подготовки учителей и учащихся к работе по достижению системных качеств знаний и умений... . В этой модели... реализуются отношения целевого, содержательного, деятельностного и результативного компонентов процесса обучения» [48, с. 29]. Отношения между компонентами устанавливают порядок и структуру отношений между компонентами в моделях подготовки, при рассмотрении методических систем и т.д., и являются эпистемами.

Различные отношения возникают в процессе подготовки и формирования компетентности. В частности, Л.С. Выготский отмечает, что «в школе мы имеем дело с двумя разными процессами – процессом развития и процессом обучения. Все дело заключается в отношении между этими двумя процессами» [22, с. 487]. На основе мониторинга и контроля качества усвоения знаний И.В. Корытов и Г.С. Корытова указывают, что «преподаватель имеет возможность принять решение о корректирующих действиях в отношении личного образовательного маршрута обучающегося» [61, с. 36]. При обучении, подготовке и развитии компетентности рассматриваются отношения между различными процессами с учетом корректирующих действий для обеспечения усвоения знаний и др. Эти отношения могут рассматриваться в качестве эпистем.

В образовательных системах формируются те или иные отношения. Так, Н.В. Тельтевской разрабатана «дидактическая структура знаний как критерий, определяющий инвариантное направление в познании системных отношений и предоставляющий возможность для составления количественных и качественных характеристик передаваемых и усваиваемых знаний» [238, с. 16]. Отношения между элементами в образовательных системах определяют отношения между объединениями элементов этих образовательных систем и включают, в частности, системы отношений, системные отношения, отношения между моделями в педагогических системах, отношения моделирования, отношения между компонентами в современной образовательной среде, позволяют формировать системы управления, реализовывать принцип целостности систем и определять отношение дополняемости одной подсистемы другой и т.д. В итоге, можно говорить о том, что отношения, возникающие в образовательных системах, представляют собой эпистемы.

Авторы педагогических исследований рассматривают и устанавливают структурные отношения между различными объектами и процессами в образовании. Исследование Н.В. Тельтевской заключается, в частности, «в разработке модели системы профессионально‑педагогических знаний, позволяющей определять ее элементный состав, изменения которого закономерно обусловливают появление новых типов целостности и новых структурных отношений» [238, с. 16]. Структурные отношения предполагают организацию, фиксирование и сопоставление возникающих отношений в системах, моделях образования, учебных дисциплинах и т.д., и могут рассматриваться в качестве эпистем.

Исследования внутри- и межпредметных отношений позволяют в явном виде показать согласованность и взаимную обусловленность рассматриваемых объектов при решении различных учебных задач. Например, Л.В. Ишкова утверждает, что «междисциплинарные связи вместе с другими отношениями элементов в образовательных системах (отношениями порядка, причинно-следственные, соответствия, соподчинения, пространственного расположения и т.д.) создают структуру системы» [44, с. 6]. При рассмотрении внутрипредметных (внутридисциплинарных) отношений предполагается раскрытие отношений между элементами в рамках отдельной учебной дисциплины. Описание межпредметных (междисциплинарных) отношений предполагает раскрытие отношений между элементами, представляющими различные учебные дисциплины, циклы учебных дисциплин и т.п. Внутрипредметными и межпредметными отношениями определяются связи между элементами учебных дисциплин, что, в конечном счете, задает структуру рассматриваемой образовательной системы. Внутрипредметные и межпредметные отношения позволяют устанавливать элементы включений, пересечений и дополнений в учебных дисциплинах, циклах учебных дисциплин и т.д., и являются таким образом эпистемами.

Для отношений между элементами, объектами, процессами в педагогике определяются количественные характеристики этих отношений. В частности, при анализе системности знаний у обучаемых М.Р. Кудаев рассматривает «отношение количества выявленных связей, отношений и обобщений к их количеству, имеющемуся в эталоне» [66, с. 270], понимая под эталоном знаний заранее определенный элемент знаний. Т.В. Кириллова, изучая свойства целостных систем в естественннаучных дисциплинах, указывает, что «существует ряд методик выявления и фиксации связей и отношений элементов учебного предмета...: матричная методика, методика составления графов отношений, тематические и синхронные таблицы связей, узловые схемы родовидовых и других отношений, методика целевого анализа текста темы, раздела учебника и др.» [48, с. 166]. Использование математических методов позволяет определять отдельные количественные показатели отношений между элементами, например, количество выявленных связей, отношений, обобщений, логический анализ текста, построение графов отношений, определение математико-статистических показателей и др. В результате, количественные отношения могут рассматриваться как соответствующие эпистемы.

Одной из задач при рассмотрении отношений является поиск и определение оптимальных, т.е. наилучших из возможных (минимальных или максимальных в рассматриваемых контекстах) соотношений между элементами. Л.Н. Журбенко, в частности, отмечает «проблему формирования оптимального соотношения между фундаментальной и профессиональной составляющими образования, оптимального содержания их наполнения» [37, с. 7]. Оптимальные отношения могут рассматриваться между составляющими образования и обучения, между обучением и видами внеучебной деятельности, внутри дисциплин и др. в зависимости от целей решаемых задач. Такие отношения представляют собой эпистемы.

В педагогических исследованиях рассматриваются отношения между субъектами. Так, Е.В. Ткаченко показывает, что «возможность реализации образовательного процесса в рамках взаимодействия по горизонталям и вертикалям уровневого обучения позитивно меняет методику и методологию учебно-воспитательного процесса и сам характер субъект‑субъектных отношений» [240, с. 59]. И.Ю. Соколова и Н.К. Грицкевич отмечают, что «на формирование оптимального поведения школьников, студентов большое влияние могут оказать отношения сотрудничества и взаимопонимания между учителями, преподавателями и учащимися, студентами, между последними и одноклассниками, сокурсниками, обучение с учетом их склонностей к определенной предметной и профессиональной деятельности, с учетом их индивидуально-психологических особенностей» [232]. В процессе учебной деятельности принимают участие различные субъекты этой деятельности: ученик, учитель, студент, преподаватель, родитель и др. В связи с этим определяются различные субъект-субъектные отношения, например, «ученик-ученик», «ученик-учитель», «учитель-родитель» и др., и исследуются вопросы влияния этих отношений на организацию различных аспектов процесса обучения. Такие отношения также можно исследовать как соответствующие эпистемы.

Кроме субъектов в процессе обучения рассматриваются объекты. В результате, возникают субъект-объектные отношения, в частности, в системе методической подготовки учителей, при индивидуально-ориентированном обучении, при осуществлении контроля учебной деятельности и др. Так, А.Ж. Жафяров рассматривает «мотивационно-ценностное отношение к изучению школьного курса математики» [36, с. 197]. А.В. Карпов пишет, что «для каждого типа деятельности характерен свой специфический тип субъект-объектных отношений» [47, с. 62]. С.И. Поздеева и Е.А. Румбешта отмечают, что «личностные действия отражают систему ценностных ориентаций младшего школьника, его отношение к различным сторонам окружающего мира» [191, с. 33]. В рамки субъект-объектных отношений вкладываются отношения личности к образовательной деятельности, в частности, к качеству и уровню педагогической подготовки, личностно-развивающему образованию, формированию эмоционально-ценностного отношения обучаемого к изучаемому предмету и т.д. Эти виды отношений являются эпистемами.

В педагогических науках исследователи также рассматривают отношения между объектами. Например, Т.В. Кириллова в естественнонаучных дисциплинах отмечает «наличие потенцирования связей и отношений объектов изучения с учетом определенных принципов, дидактических правил» [48, с. 165]. Объект-объектные отношения определяются в учебных дисциплинах, в методических разработках и т.д. и являются эпистемами.

Организация процесса обучения определяется системой отношений между ее элементами в учебных дисциплинах, системах и моделях образования, и тем самым, зависит от возможностей работы с этими отношениями, включая сопоставления, сравнения, измерения, нахождение оптимумов в зависимости от поставленных целей и т.д. Представления отношений в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации отношений между эпистемами и множествами эпистем в соответствии с рисунком 9.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | |  |  | | | |  |  |  |  | | | | |  |  | |  |
|  | Отношения между понятия-  ми, терминами | | | |  | Соотношения  знаний, умений | | | |  |  |  | Количественные отношения | | | | |  |  | |  |
|  |
|  |  | | |  |  |  | | |  |  |  |  |  |  | | | |  |  | |  |
|  | Отношения  между компонентами | | | |  | Отношения в процессе профессиональной подготовки, формиро-  вания компетентности | | | |  |  |  | Оптимальное соотношение | | | | |  |  | |  |
|  |
|  |  | | | |  |  | | | |  |  |  |  | | | | |  |  | |  |
|  |  | | | | | |  |  | |  |  |  |  | |  | | |  |  | |  |
|  |  | | | | | |  |  | |  |  |  |  | | |  |  | | | |  |
|  |  | Система отношений, системные отношения, отношения моделирования | | | | | | | |  |  |  | Субъект-субъектные отношения | | |  | Субъект-объектные отношения | | | |  |
|  |  |
|  |  |  |  | | |  | | | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  |  |
|  |  | Структура отношений,  структурные отношения | | | | | | | |  |  |  | Объект-объектные отношения | | | | | | | |  |
|  |  |  |  | | |  | | | |  |  |  |  | | |  |  | | | |  |
|  |  | Внутри- и межпредметные отношения | | | | | | | |  |  |  |  | | | | |  |  | |  |
|  |
|  |  | | | | | |  |  | |  |  |  |  | | | | |  |  | |  |

Рисунок 9 – Эпистемодидактическая модель организации отношений эпистем

В формировании содержания образования и организации процесса обучения авторы педагогических исследований Л.С. Выготский [22], А.Ж. Жафяров [36], Л.Н. Журбенко [37], Л.В. Ишкова [44], А.В. Карпов [47], Т.В. Кириллова [48], Ю.М. Колягин, О.А. Саввина и др. [53], И.В. Корытов и Г.С. Корытова [61], В.П. Косырев [62], М.Р. Кудаев [66], Т.А. Новикова [174], В.П. Овечкин [177], С.И. Поздеева и Е.А. Румбешта [191], И.Ю. Соколова [232], Н.В. Тельтевская [238], Е.В. Ткаченко [2240] и др. устанавливают отношения между соответствующими элементами, объектами и субъектами. Проведение эпистемодидактических исследований позволяет для отношений выявлять их сложность и трудность, осуществлять сопоставления, сравнения, построение иерархий, введение и применение измерений, тем самым, формировать количественные оценки отношений и связей между отношениями, нахождить оптимальные отношения и т.д.

Авторы педагогических исследований выявляют и описывают различные зависимости в сфере образования и обучения, что рассматривается в [104, с 53].

Зависимости в образовании и обучении представляют собой частные случаи отношений элементов знаний, определяют обусловленность и подчиненность одних элементов другим. В частности, А.А.-Р. Тыльдсепп отмечает, что «знания учащихся по химии должны быть взаимосвязанными. Благодаря взаимным связям и зависимостям учебный материал, методы и средства обучения составляют в своей совокупности целостную методику формирования системных знаний» [242, с. 18]. И.Р. Луговская исследует «закономерности, лежащие в основе сравнительного анализа систем школьного образования разных стран, проводимого на базе параметрического подхода: зависимость формируемой для сравнения систем школьного образования совокупности параметров от сущностных характеристик школьной образовательной системы; зависимость содержательного наполнения отбираемых параметров от наблюдаемых и измеряемых классификационных характеристик системы школьного образования как объекта анализа и сравнения; обусловленность систематизации отбираемых параметров доминирующими тенденциями и логикой развития современных систем школьного образования» [80, с. 11]. Р.Н. Бунеев показывает, что «при педагогическом взаимодействии... зависимость действий учащихся от действий учителя осуществляется через причинение, в котором посредством воздействия особое значение приобретает образ учителя, который ценностно опосредуется учащимися» [19, с. 167]. Можно говорить о том, что зависимости имеют место в методических системах и проявляются на разных уровнях процесса обучения, в частности, на уровне образования в целом, на предметном уровне обучения, на уровне личностных факторов и т.д. Все эти виды зависимостей являются эпистемами.

Функциональные зависимости возникают в содержании образования и организации процесса обучения. Например, М.Р. Кудаев указывает, что «при оценке организации учебного процесса наибольший интерес представляют две характеристики: успешность обучения и полнота охвата управлением учащихся группы, причем они находятся в сложной функциональной зависимости друг с другом» [66, с. 272]. Функциональной зависимостью в образовании обычно называют особый вид отношений, который характеризуется тем, что каждому элементу из одного множества в образовании однозначно соответствует подходящий элемент в образовании, в частности, рассматриваются функциональные зависимости одних элементов учебных дисциплин от других, показателей учебной деятельности, корреляционные зависимости объектов изучения, успешности обучения и т.д. Все эти виды функциональных зависимостей представляют собой эпистемы.

Авторы педагогических исследований рассматривают зависимости между элементами, компонентами, составляющими. Так, А.А.‑Р. Тыльдсепп определяет «роль и удельный вес каждого компонента (отбор и построение учебного материала, методы обучения) целостной методики в зависимости от содержания изучаемого материала» [242, с. 14]. Зависимости между составляющими в методических системах, при формировании образовательных стандартов задают отношения внутри рассматриваемых систем с учетом содержания учебного материала, а также согласования и самоорганизации составляющих в системе. Такие зависимости могут рассматриваться как эпистемы.

Достижение тех или иных целей и удовлетворение потребностей в процессе обучения обусловлено различными факторами и зависимостями. В частности, Т.В. Кириллова разрабатывает средства достижения системных качеств знаний, умений учащихся в обучении, включающих, в т.ч., «критерии определения сформированности у учащихся целостной системы знаний и умений и уровней усвоения учебного материала в зависимости от целевых установок его изучения и удельного веса в системе знаний и умений» [48, с. 16]. Зависимости уровней знаний и подготовки обучаемых, содержания образования, составляющих процесса обучения от целей обучения и потребностей практики обеспечивают возможности проектирования и моделирования этих составляющих образовательной направленности. В результате, зависимости от целей обучения и потребностей могут рассматриваться в качестве эпистем.

В процессе подготовки и обучения, формирования компетентности имеют место различные зависимости. Так, О.Г. Смолянинова и О.А. Иманова отмечают, что «структура е‑портфолио на каждом уровне педагогического образования должна иметь... вариативную часть, которую может задавать каждый вуз в зависимости от направления и специфики подготовки» [230, с. 64]. В процессе подготовки и обучения, формирования компетентности возникают зависимости качества знаний и возможностей дальнейшего развития обучаемых от исходного уровня подготовки, зависимости формирования коммуникативной компетентности преподавателя от содержания педагогической подготовки и т.д. Такие зависимости выступают как эпистемы.

Исследователи рассматривают зависимости при дифференциации и специализации обучения. В частности, Е.Ы. Бидайбеков обосновывает «основные направления фундаментализации подготовки студентов по информатике и дифференциации ее содержания в зависимости от специализации образования» [15, с. 11]. Дифференциация и специализация обучения определяются зависимостями от способностей, индивидуальных запросов, уровней подготовленности обучаемых, глубины усвоения, направленности обучения и т.д. Эти зависимости представляют собой эпистемы.

Представления зависимостей в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации зависимостей в образовании и обучении как эпистем и множеств эпистем в соответствии с рисунком 10.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зависимости составляющих образовательной направленности от целей и потребностей | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |
|  |  | |  | | |  |  | | | | | |  | |  |  |
|  |  | |  | | |  | |  | | | | |  | |  |  |
|  | Зависимости элементов, компонентов, составляющих | | | | | | | |  | Функциональные зависимости | | | | |  |  |
|  |
|  |  | | |  | |  | |  | | | |  | | |  |  |
|  |  | | |  | |  |  | | | | |  | | |  |  |
|  |  | | |  | |  | | | | |  |  | | |  |  |
|  | Примеры зависимостей  в сфере образования | | |  | Зависимости в процессе подготовки и обучения, формирования компетентности | | | | | |  | Зависимости при дифференциации и специализации обучения | | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  | |  | |  | | | | |  |  | |  |  |  |
|  |  | | |  | |  | | | | |  |  | | |  |  |

Рисунок 10 – Эпистемодидактическая модель организации зависимостей эпистем

Таким образом, авторы педагогических исследований Е.Ы. Бидайбеков [15], Р.Н. Бунеев [19], Т.В. Кириллова [48], М.Р. Кудаев [66], И.Р. Луговская [80], О.Г. Смолянинова [230], А.А.‑Р. Тыльдсепп [242] и др. в своих работах вскрывают отношения подчиненности и устанавливают обусловленность одних объектов или процессов в образовании и обучении от других. Формируемые и определяемые зависимости являются эпистемами, благодаря которым выстраиваются последовательности отношений с учетом значимости объектов и процессов (в т.ч. в иерархических построениях).

При исследовании содержания образования и вопросов организации процесса обучения рассматриваются различные виды связей, что изучается в работе [101, с. 8].

В частности, при проведении педагогических исследований рассматриваются связи между различными элементами. Так, М.Р. Кудаев исследует «понимание обучаемыми имеющихся между элементами знаний связей и отношений, логики последовательного выполнения операций, умение проводить обобщения» [66, с. 270]. Т.В. Кириллова указывает, что «в ряде стран конструирование учебных программ осуществляется на принципах систематичности и взаимосвязи элементов знаний, где логика развертывания учебного материала подчиняется внутренней логике системы знаний, базовые дисциплины способствуют продуктивному усвоению смежных с ними дисциплин: математика является базовой для физики, химии, биологии, географии; родной язык – для иностранных языков, литературы, истории и др. Определенный интерес представляет спиральный подход к изучению учебного материала, когда учащиеся, не теряя из виду ту или иную проблему, последовательно расширяют знания, связанные с нею в ходе дальнейшего изучения учебных курсов» [48, с. 344]. Н.И. Санникова включает в технологию математического моделирования содержания учебного материала вузов физкультурного профиля «построение графа логических связей, построение матрицы логических связей… элементарных учебных единиц темы» [221, с. 183]. В процессе обучения рассматриваются связи между элементами знаний (в т.ч. между понятиями, законами, теориями), связи между элементами содержания образования (в т.ч. логические связи), связи между элементами педагогических процессов и технологий (в т.ч. при инновациях и информатизации образования). Все эти связи представляют собой эпистемы.

Исследователи рассматривают связи между компонентами в системах и процессах. В частности, Г.И. Саранцев отмечает, что «закономерные связи между компонентами методической системы,… образуют теорию объекта (в самом широком смысле теорию обучения учебному предмету)» [222, с. 63]. Исследования систем и построение моделей процесса обучения, формирование компонентов образовательных стандартов и содержания образования, в т.ч. при обеспечении непрерывности обучения и профессиональной подготовки, приводят к рассмотрению связей между компонентами, которые являются соответствующими эпистемами.

Исследования связей между элементами, связей между компонентами определяют формирование структурных связей. Так, Р.Х. Гильмеева обосновывает необходимость исследования «динамики образования структурных связей между... элементами непрерывного образования» [27, с. 383]. Связи между элементами определяют связи между компонентами (т.е. между составными частями в образовнии: множествами, блоками, модулями и т.д.), тем самым, задают структурные связи в образовании и обучении, в т.ч. иерархические связи, связи дифференциации и интеграции, связи между видами педагогических систем и др. В результате, можно говорить о том, что структурные связи представляют собой эпистемы.

В образовательных системах выявляются и исследуются различные связи. Например, в своем исследовании Т.В. Кириллова рассматривает «иерархически организованные системы..., изучение которых требует последовательного раскрытия... связей и отношений» [48, с. 72] и вычленяет «типы и виды внутрисистемных и межсистемных связей на основе их дидактических функций» [Там же, с. 23]. В образовательных системах, процессах обучения и профессиональной подготовки, содержании учебных дисциплин, при формировании систем знаний определяются системы связей и системные связи, в т.ч. внутренние, внешние, обратные и др. Эти связи определяются как эпистемы.

Исследователи выявляют системообразующие связи. При этом Т.В. Кириллова указывает, что «критериальными показателями сформированности у учащихся целостной системы знаний и умений является… наличие знаний о… системообразующих связях… целого и его частей» [48, с. 22]. Ю.Н. Гладкий отмечает, что «суть системного подхода... – в установлении системообразующих связей..., что является весьма ответственной научной задачей, поскольку одни и те же элементы могут являться частями различных систем одновременно» [28, с. 13]. Формирование знаний и профессиональных качеств, моделирование и проектирование методических и дидактических систем приводят к исследованиям внутренних и внешних системообразующих связей, обеспечивающих целостность процесса обучения, соответствие инновационным задачам и т.д. В результате, системообразующие связи выступают как эпистемы.

Представления видов связей в педагогических исследованиях позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации видов связей между эпистемами и множествами эпистем в соответствии с рисунком 11.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |  | | | |  |  | |  |
|  | Связи между элементами | | | |  | | Связи между компонентами | | | |  |
|  | |
|  |  | |  |  | | | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | | | |  |  | |  |
|  | Структурные связи,  структура связей | |  | Система связей,  системные связи | | | |  | Системообразующие связи | |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |
|  |  | |  |  | | | |  |  | |  |

Рисунок 11 – Эпистемодидактическая модель организации видов связей между эпистемами

Виды связей, которые определяют авторы педагогических исследований Р.Х. Гильмеева [27], Ю.Н. Гладкий [28], Т.В. Кириллова [48], М.Р. Кудаев [66], Н.И. Санникова [221], Г.И. Саранцев [222] и др., устанавливают взаимные отношения между элементами и компонентами и направлены на организацию внутреннего единства различных структур и систем в образовании и обучении. С точки зрения эпистемодидактики связи могут рассматриваться как эпистемы. В результате, формируются множества эпистем, которые складываются из эпистем, определяющих как сами составляющие, так и связи между ними. Такие множества эпистем вновь могут рассматриваться как эпистемы, поскольку множество эпистем – это тоже эпистема (элемент знаний), но другого наполнения. Такие преобразования оказываются полезными для целей последующего упорядочивания, классификации или приведения в систему рассматриваемых эпистем.

Исследователи рассматривают связи и взаимосвязи в учебном процессе. В своем исследовании Т.М. Носова показывает, что «взаимосвязь видов деятельности, включенных в учебный процесс достигается за счет: единства структурных элементов содержания и установления межпредметных связей; функциональной обусловленности видов деятельности; целей и содержания; взаимосвязи теории и практики в обучении; взаимосвязи способов и средств деятельности; активизации и интенсификации учебного процесса» [175, с. 305]. Рассмотрение связей и взаимосвязей в учебном процессе приводит к исследованиям зависимостей учебного процесса от организации и методического обеспечения, дидактических средств, форм и приемов учебной деятельности, внутренних и внешних связей в моделях и системах обучения. Такие связи могут рассматриваться как эпистемы.

В процессах обучения, профессиональной подготовки и формирования компетенций рассматриваются различные связи. В частности, Н.В. Зеленко разрабатывает «концепцию системы общетехнической и методической подготовки учителя технологии на принципе взаимосвязи проектирования и самопроектирования методических компетенций» [40, с. 12]. В.В. Обухов, М.П. Войтеховская и Е.Е. Сартакова полагают, что «взаимосвязь теории и практики подготовки специалистов для сферы образования становится особым предметом исследования на уровне психолого-педагогического феномена, раскрывающего возможности образования человека и развитие его и как личности, и как профессионала» [176, с. 78]. В процессе обучения и формирования профессионализма, а также повышения квалификации специалистов возникают связи, оказывающие влияние на уровень подготовки и развития обучаемых, уровень профессиональных компетенций, в т.ч. при проектировании процесса обучения с сохранением преемственности связей между соответствующими элементами. Эти связи могут выступать в качестве эпистем.

В образовательных системах, между различными уровнями обучения, формами образования возникают различные связи. Так, М.В. Шабанова отмечает, что «методологическая подготовка учащихся в условиях профильного обучения математике в системе «школа‑вуз» должна быть направлена, в частности, на установление преемственных связей между формами учебной математической деятельности в школе и вузе» [252, с. 15]. Преемственность при осуществлении переходов с одного уровня обучения на другой (базовый, профильный и др.), из одной формы обучения в другую (основное, дополнительное и др.) определяет связи между ними, между ступенями образования (начальным, средним и др.) и т.д. Эти связи представляют собой эпистемы.

В рамках учебных дисциплин, а также между учебными дисциплинами выявляются соответствующие связи. Например, Т.В. Кириллова рассматривает «принципы реализации внутрипредметных и межпредметных связей и отношений», среди которых определяет «принципы целостности, целенаправленности, релевантности, реккурентности, оптимальной дополняемости» [48, с. 213] и др., и отмечает, что «разные учебные дисциплины обладают разными потенциальными возможностями реализации межсистемных связей» [Там же, с. 208]. Формирование механизмов внутренней и внешней интеграции учебных дисциплин и их компонентов, т.е. установление внутри- и межпредметных (внутри- и междисциплинарных) связей, включая логические, иерархические связи, связи образовательных программ различных уровней, расширяет и взаимно обогащает элементы и множества учебных дисциплин (в т.ч., математики, информатики и других дисциплин), позволяет строить интегративные курсы и т.д. В результате, внутри- и межпредметные связи могут рассматриваться как эпистемы для рассматриваемых учебных дисциплин.

В образовательных системах и учебных дисциплинах возникают различные виды связей между понятиями. Так, А.Ю. Румянцев отмечает, что «уровень усвоения понятий характеризуется установлением связей между понятиями различных систем и предметов (межпредметными связями)» [217, с. 336]. Исследования связей между понятиями проводятся в контексте развития мышления, определения уровней усвоения изучаемых понятий, построения словарей, методических рекомендаций и т.д., и такие связи могут рассматриваться как эпистемы.

В педагогических исследованиях рассматриваются связи между знаниями, умениями, навыками. В исследовании Х. Беднарчика «определены структура и содержание дидактических комплексов, обеспечивающих эффективность и преемственность этапов и уровней обучения, междисциплинарных связей общеобразовательных, общетехнических, общепрофессиональных и частнопрофессиональных знаний, умений и навыков» [11, с. 18]. Связи между знаниями, умениями, навыками определяются классификацией знаний в рамках моделей обучения, разработкой методических систем, обеспечивающих взаимосвязи фундаментальных, профессионально-направленных и информационных знаний, их практическим применением. Эти связи являются эпистемами.

Субъект-субъектные связи определяются в процессах моделирования, методического сопровождения, подготовки специалистов и др. В частности, М.Н. Стриханов, Д.И. Трубецков и др. отмечают, что «из результатов моделирования (эффективности функционирования высшей школы – *Авт.*) следует непосредственная связь между состоянием профессорско‑преподавательского состава и уровнем подготовки выпускников и аспирантов высших учебных заведении» [235, с. 10]. В.А. Стародубцев, О.М. Шепель и А.А. Киселева отмечают, что «появление множества связей между агентами... процесса образования переводит его в режим динамической системы, в которой состояния элементов зависят друг от друга (и оказывают влияние друг на друга)» [233, с. 120]. При рассмотрении субъект‑субъектных связей выявляют внутренние, внешние, обратные и другие связи, которые могут рассматриваться в качестве эпистем.

Между субъектами и объектами реформирования образования выявляются и исследуются возникающие связи. В своем исследовании В.А. Анищенко отмечает, что «ведущая роль в достижении оптимистических перспектив реформирования образования принадлежит опережающему и системному развитию его начального и среднего звена, в т.ч. в плоскости установления взаимовыгодных преемственных связей между всеми субъектами образовательной иерархии» [3, с. 6]. При реформировании образования субъектами реформирования выступают не только субъекты образования – обучающие и обучаемые, но и высшие учебные заведения, педагогические колледжи и училища, общеобразовательные школы и др., которые в самом процессе обучения обычно рассматриваются как объекты образования. Между такими субъектами, а также объектами образования возникают соответствующие связи, которые являются эпистемами.

Информатизация образования предъявляет новые требования к развитию образования в целом, что влечет возникновение взаимосвязей между традиционными подходами в процессе обучения и подходами, обусловленными информатизацией. В частности, А.М. Коротков доказывает наличие «существенной внутренней связи между успешностью обучения, интеллектуальным развитием и индивидуальным показателем уровня готовности учащихся к обучению в компьютерной среде» [60, с. 320]. Влияние компьютерной среды приводит к появлению связей, определяющих успешность обучения, интеллектуальное развитие, подготовку специалистов, формирование их компетентностей, развитие компонентов методических систем, включающих традиционные элементы: цели, содержание, методы, средства и формы обучения, а также информационные связи между ними, развитие организационно-педагогических моделей и связей в них, в т.ч., в дистанционном обучении. В результате, связи, определяемые при информатизации процесса обучения, являются эпистемами.

Представления связей позволяют сформировать эпистемодидактическую модель организации связей между эпистемами и множествами эпистем в процессе обучения в соответствии с рисунком 12.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | |  |  | |  |  |  |  | | |  |
|  | Связи и взаимосвязи  в учебном процессе | | |  | Связи систем, уров-ней, форм обучения | |  |  |  | Связи между субъектами образования | | |  |
|  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  | Связи в процессах обучения, профессиональной подготовки и формирования компетенций | | |  | Внутри- и межпредметные связи | |  |  |  | Связи между субъектами и объектами реформи- рования образования | | |  |
|  |
|  |  | | |  |  | |  |  |  |  | | |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |  | | |  |  |
|  |  | | |  |  | |  |  | Влияние информатизации процесса обучения | | | | |
|  | Связи между понятиями | | |  | Связь между знаниями, умениями, навыками | |  |  |
|  |  |
|  |  | | |  |  | |  |  |

Рисунок 12 – Эпистемодидактическая модель организации связей между эпистемами   
в процессе обучения

Рассматривая связи в процессе обучения, авторы педагогических исследований В.А. Анищенко [3], Х. Беднарчик [11], Н.В. Зеленко [40], Т.В. Кириллова [48], А.М. Коротков [60], Т.М. Носова [175], В.В. Обухов, М.П. Войтеховская и др. [176], А.Ю. Румянцев [217], В.А. Стародубцев [233], М.Н. Стриханов [235], М.В. Шабанова [252] и др. рассматривают возможности установления взаимной обусловленности, сочетания или объединения на основе каких-либо признаков определенных сторон процесса обучения. В рамках эпистемодидактики открывается возможность формирования количественных оценок связей, что позволяет в явном виде анализировать равнозначность или неравнозначность связей для исследуемых объектов и процессов, и, тем самым, проводить не только качественные, но и количественные сопоставления и сравнения.

С целью упорядочивания эпистем применяют построения иерархий эпистем, структура которых позволяет в явном виде рассматривать эпистемы и их связи и отношения на соответствующих ступенях и уровнях (понятие ступени иерархии у некоторых авторов совпадает с понятием уровня иерархии). Иерархии эпистем формируются либо переходом от более крупных эпистем к более мелким (простейшим), либо в обратном направлении от простейших к более крупным, либо ступени иерархии определяются свойствами эпистем. Иногда структура иерархии эпистем может содержать не все ступени построения.

Построение иерархий эпистем позволяет устанавливать различные параметры (время, объем и др.) эпистем по отношению к простейшим эпистемам.

При рассмотрении процессов познания эпистемодидактические исследования позволяют строить иерархии эпистем, определяя тем или иным образом эпистемы и ставя им в соответствие структуры элементов познания, объединяя эпистемы в множества, устанавливая отношения между этими эпистемами, приходить к формированию иерархий эпистем, которые отражают иерархическое строение процесса познания.

Эпистемодидактические исследования позволяют, помимо качественных характеристик, формировать и рассматривать количественные оценки рассматриваемого процесса. Во-первых, на каждой ступени иерархий процесса выявляется количество эпистем, их меры и др., во‑вторых, сопоставляются и сравниваются различные ступени и эпистемы, рассматриваемые на этих ступенях, в-третьих, всякий процесс, представленный в иерархической интерпретации, позволяет рассматривать количество ступеней в конкретной интерпретации, тем самым, возникает еще одна количественная характеристика эпистем в процессе познания. Иерархические интерпретации могут быть различными, но для каждого конкретного процесса их ступени сопоставимы: некоторые ступени одной интерпретации совпадают со ступенями другой интерпретации, некоторые ступени в одной из интерпретаций отсутствуют (по той или иной причине), некоторые ступени одной интерпретации пересекаются со ступенями другой интерпретации (в т.ч. ступени одной вкладываются в ступени другой).

С эпистемодидактической точки зрения исследование конкретного процесса познания в некоторой области знаний, в определенном смысле, аналогично изучению новой учебной дисциплины: определение эпистем процесса сопоставимо с узнаванием эпистем учебной дисциплины, формирование множеств эпистем процесса сопоставимо с определением классов эпистем учебной дисциплины, установление отношений и связей между эпистемами и множествами эпистем сопоставимо с построением отношений и связей между эпистемами учебной дисциплины, построение иерархий эпистем конкретного процесса познания в определенной области знаний сопоставимо с заданием иерархий учебной дисциплины, что дает возможность на новом уровне формировать новые эпистемы, множества эпистем, их отношения, связи, иерархии и т.д.

Эпистемодидактические интерпретации дают возможность оценивать сложность эпистем и образованных ими конструкций в процессе познания определенной области знаний, и в связи с этим, получать количественные оценки сложности при использования этих эпистем в процессе обучения: «по горизонтали» – количество эпистем в рамках одной ступени; «по вертикали» – количество ступеней в иерархии; а также «табличные» оценки, включающие одновременно количественные оценки по горизонтали и по вертикали (тем самым, каждой эпистеме приписывается пара чисел, первое из которых – количественная характеристика эпистем в рамках ступени, а второе число – количественная характеристика ступеней в иерархии эпистем).

Количественные оценки эпистем позволяют получать количественные оценки всей иерархической системы. Например, простейшей количественной оценкой является количество символов в тексте, представляющем письменное содержание состояния области знаний или процесса познания этой области.

В содержании образовании и организации процесса обучения авторы педагогических исследований определяют различные иерархии, что исследуется в [105, с. 72; 106, с. 54].

Иерархические отношения возникают в системах терминов, понятий. На примере филологии Н.Ю. Русова исследует «иерархические отношения между терминами» [219, с. 116] и разрабатывает «систематический указатель иерархических отношений» [Там же, с. 131]. Иерархические отношения между терминами, понятиями формируются в теориях, учебных дисциплинах, направлениях образования и т.д. В результате, можно говорить о том, что иерархии терминов и понятий формируют иерархии эпистем.

В учебных дисциплинах, в содержании учебного материала определяются иерархии. Например, В.П. Беспалько отмечает, что «логическая структура представляет собой древовидную графическую классификационную схему, в которой имеются узлы... и дуги, соединяющие эти узлы. В узлах логической структуры находятся учебные элементы, а дуги показывают иерархические связи учебных элементов» [14, c. 48]. В содержании образования и процессе обучения формируются иерархии, затрагивающие содержание учебных дисциплин, методическую организацию учебного материала, приемы его изложения, системы упражнений и т.д. Такие иерархии представляют собой иерархии эпистем.

В системах знаний, подготовки, формирования компетентностей исследуются различные иерархии. Так, В.П. Беспалько устанавливаются «четыре уровня усвоения деятельности – последовательные фазы формирования мастерства, иерархия уровней усвоения опыта» [14, c. 56] и приводятся эти «уровни усвоения: схема процесса «восхождения» по уровням – ученический, алгоритмический, эвристический, творческий» [Там же, c. 56]. А.В. Хуторской указывает, что «построение «древа компетенций» имеет целью иерархическую систематизацию трех уровней компетенций: ключевых, общепредметных, предметных» [250, с. 12]. Иерархии знаний, подготовки, компетентностей включают иерархии процесса усвоения учебного материала, иерархии знаний и показателей готовности к профессиональной деятельности, иерархии компетенций, а также содержательного наполнения компетентностей и т.д. Эти виды иерархий представляют собой иерархии эпистем.

В педагогических исследованиях рассматриваются иерархии модулей, подструктур. В своем исследовании Т.В. Кириллова определяет, что «важнейшими свойствами целого является иерархичность (функциональная соподчиненность подструктур)» [48, с. 350]. И.В. Сергиенко отмечает, что «иерархичность... требует, чтобы каждый элемент системы мог рассматриваться как система, а исследуемая... система представляла собой один из элементов более широкой системы» [225, с. 133]. Проектирование и моделирование соподчиненных структур в содержании образования и организации процесса обучения связывают с построением иерархий соответствующих модулей, блоков, компонентов, подсистем и подмножеств (в т.ч. с использованием блочно‑иерархического принципа и др.), другими словами, с построением иерархий эпистем.

Исследователи разрабатывают иерархии моделей и рассматривают иерархии в моделях образования и обучения. Так, А.А. Русаков отмечает, что «из трактовки одаренности как способности к саморазвитию школьника следует различение в спроектированной методической системе целой иерархии моделей: модель цели обучения, модель вариативного и инвариантного содержания обучения математике, модель типов индивидуальной математической одаренности детей: общая и специальная математическая одаренность)» [218, с. 25]. Л.Л. Салеховой создана «дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе, как структурированная иерархия взаимопересекающихся и взаимодополняющих компонентов (целевого, содержательного и процессуального), объединенных логикой постепенного развития билингвальной предметной компетенции будущих учителей» [220, с. 20]. В иерархиях моделей и иерархических моделях формирования дидактических и методических систем рассматриваются структуры, отношения, системообразующие элементы содержания образования и организации процесса обучения. В связи с этим, иерархии моделей, а также иерархические модели представляют собой соответствующие иерархии эпистем.

В методических системах рассматриваются различные иерархии. Например, Н.И. Наумкин показывает, что «структура методической системы должна быть сформирована... по блочно‑иерархическому принципу и включать мотивационно-целевой, содержательный, процессуально-технологический и диагностический компоненты» [89, с. 14]. В методических системах построение иерархий имеет свои особенности в связи с тем, что на каждом уровне такой иерархии, как правило, реализуются методические и дидактические задачи, отражающие различные аспекты применяемой методики. Такие иерархии являются иерархиями эпистем.

В педагогических системах формируются и исследуются иерархии. А.А. Машиньян отмечает, что «образовательные системы образуют своеобразную вертикальную и горизонтальную иерархии» [85, с. 122], а также формулирует «правила иерархических межуровневых переходов внутри структурной типологии педагогических систем» [Там же, с. 168]. Н.О. Ваганова и В.М. Лопаткин формулируют, что «неотъемлемым свойством системы являются иерархические отношения между ее элементами» [20, с. 93]. Среди иерархий педагогических систем рассматриваются иерархии систем общего и профессионального образования, систем учебно‑ролевых игр и др. Эти виды иерархий образуют иерархии эпистем.

Многообразие целей обучения классифицируется в виде иерархий. Так, А.В. Баранников пишет, что «функции современного образования должны опираться на новую иерархию целей и задач, которые требуют поставить на первое место не только «подготовку к будущей жизни и труду», но становление человека гуманного, способного к самоорганизации, самодеятельности, самооценке, самокритичности» [10, с. 125]. Иерархии целей образования формируются в зависимости от образовательной структуры, ступеней и уровней обучения, методического сопровождения и т.д. Такие виды иерархий являются иерархиями эпистем.

Авторы педагогических исследований рассматривают различные дидактические принципы, выявляют новые принципы и формируют соответствующие иерархии принципов. В ходе моделирования процесса подготовки М.П. Ланкиной «построена иерархия классов принципов: а) моделирования, б) дидактических, в) разработки выявляющих и образующих заданий» [73, с. 326]. При построении иерархий принципов в педагогических системах, определяемых субъектами, объектами и их отношениями в образовании и обучении, при моделировании процесса обучения происходит выявление и соподчинение одних принципов другим и установление места соответствующих принципов в формируемых иерархиях. Тем самым, иерархии принципов представляют собой иерархии эпистем.

Исследователи рассматривают иерархии ценностей и мотивационных предпочтений. С точки зрения В.А. Иванникова «состав... мотивов постоянно расширяется при жизни человека, создавая его иерархически построенную мотивационную сферу с ведущими и подчиненными мотивами и стоящими за ними потребностями и личностными ценностями» [42, с. 49]. Иерархии ценностей и мотивационных предпочтений формируются в ходе постановки целей обучения, установления отношений между субъектами образовательной деятельности, и определяют таким образом соответствующие иерархии эпистем.

В управлении и проектировании педагогических процессов определяются различные иерархии. В исследовании В.А. Анищенко «разработана интегративная модель педагогического проектирования, обеспечивающая целостность его образовательной представленности на теоретико-методологическом, научно-методическом и общепедагогическом уровнях в единстве основополагающих функций, компонентов и этапов, что делает возможным построение и реализацию иерархической структуры управления педагогическим процессом, способствующей повышению эффективности... обеспечения жизнедеятельности образовательной системы «колледж-вуз» [3, с. 11]. При управлении педагогическими процессами и их проектировании исследуются иерархии, которые формируют комплексы критериев управления и оценки эффективности функционирования педагогических систем, структуры информационных сред и др. Получаемые в результате иерархии являются иерархиями эпистем.

На основе рассмотренных представлений выстраивается эпистемодидактическая модель формирования иерархий в соответствии с рисунком 13, в которой элементы, множества и отношения связаны с блоками и ступенями иерархий, которые в свою очередь, связаны с системами и моделями обучения, что, в конечном счете, определяется целями, принципами, ценностями и др., формируемыми в образовании и обучении.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | |  |  |  |  | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | Иерархии терминов и понятий | | |  |  |  | Иерархии целей | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  | |  | |  | |  |
|  |  | Иерархии внутри  учебных дисциплин | | |  |  |  | Иерархии принципов | | |  | |  | |  | |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  | |  | |  | |  |
|  |  | Иерархии знаний, подготовки, компетентностей | | |  |  |  | Иерархии ценностей и мотивационных предпочтений | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | |
|  |  |  | | |  |  |  |  | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | |  | |  |  |  |  | |  | |  | |  | | |  |
| Иерархии в управлении и проектировании педагогических процессов | | | | | |  |  |  | | |  | |  | |  | |  |
|  |  | Иерархии модулей, подструктур | | |  | | Иерархии моделей,  иерархические модели | | | |  |
|  |  | |
|  |  |  | | |  |  |  |  |  | |  | |  | | |  |  |
|  |  |  | | |  |  |  | Иерархии педагогических систем | | |  | | Иерархии в методических системах | | | |  |
|  | |
|  |  |  | | |  |  |  |  | | |  | |  | | | |  |

Рисунок 13 – Эпистемодидактическая модель организации иерархий эпистем

Авторы педагогических исследований В.А. Анищенко [3], А.В. Баранников [10], В.П. Беспалько [14], В.А. Иванников [42], Т.В. Кириллова [48], М.П. Ланкина [73], В.М. Лопаткин [20], А.А. Машиньян [85], Н.И. Наумкин [89], А.А. Русаков [218], Н.Ю. Русова [219], Л.Л. Салехова [220], А.В. Хуторской [250] и др. занимаются построением иерархий, выявляя принципы и закономерности подчинения, изучая и производя упорядочивание по ступеням и уровням иерархий относительно заданных свойств или параметров для различных объектов, процессов и систем в педагогике. В рамках эпистемодидактики в дополнение к этому, рассматривая составляющие иерархии как эпистемы, помимо качественных оценок при введении единиц измерения открывается возможность формировать количественные оценки эпистем на одной ступени или уровне иерархии, а также расположенных на разных ступенях и уровнях иерархии, и, кроме того, объединять различные иерархии в единую эпистемодидактическую модель.

Таким образом, в параграфе на основании анализа педагогических исследований выявлены и классифицированы виды отношений, зависимостей, связей, а также иерархий, включая:

* различные отношения, включая отношения между понятиями, терминами, соотношения знаний, умений, отношения между компонентами, отношения в процессе профессиональной подготовки, формирования компетентности, системы отношений, системные отношения и отношения моделирования, структурные отношения, внутри- и межпредметные отношения, количественные отношения, оптимальные соотношения, субъект‑субъектные, субъект-объектные и объект-объектные отношения, отношения к личности и личностные отношения;
* зависимости в сфере образования, в т.ч. функциональные зависимости, зависимости элементов, компонентов, составляющих обучения, зависимости составляющих образовательной направленности от целей и потребностей, зависимости в процессе подготовки и обучения, формирования компетентности, зависимости при дифференциации и специализации обучения;
* разнообразные связи, среди которых связи элементов и компонентов, структурные связи и структуры связей, системы связей и системные связи, системообразующие связи, связи и взаимосвязи в учебном процессе, связи в процессах обучения, профессиональной подготовки и формирования компетенций, связи систем, ступеней, уровней, форм обучения, внутри- и межпредметные (внутри- и междисциплинарные) связи, связи между понятиями, связи между знаниями, умениями, навыками, связи между субъектами образования, связи между субъектами и объектами реформирования и развития образования, связи, возникающие благодаря влиянию информатизации на процесс обучения;
* иерархии, включая иерархии терминов и понятий, иерархии в учебных дисциплинах и процессе обучения, иерархии знаний, подготовки, компетентностей, иерархии модулей и подструктур, иерархии моделей и иерархические модели, иерархии методических, педагогических систем, иерархии целей, принципов, ценностей и мотивационных предпочтений, а также иерархии в управлении и проектировании педагогических процессов.

Для целей проводимого исследования установлено, что рассмотренные отношения, связи, зависимости, иерархии могут рассматриваться в качестве эпистем, для которых построены соответствующие эпистемодидактические модели. В результате, переход к эпистемодидактике предоставляет возможности создания общих оснований для организации определяемых в педагогических исследованиях отношений, связей, зависимостей, иерархий. Тем самым, подводится обоснование к применению эпистемодидактических исследований к решению различных научно‑педагогических проблем формирования и сопоставления содержания образования и организации процесса обучения.

**Выводы по главе 1**

1. Определено понятие «эпистема» как элемент знаний в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения. Обосновано формирование нового направления дидактики – эпистемодидактика, в котором разрабатываются методы, исследуются характеристики содержания образования и организации процесса обучения при поэлементном рассмотрении. В связи с этим, эпистемодидактические исследования определяются как исследования в области эпистемодидактики в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения.
2. Развитием понятия «эпистема» является понятие множества эпистем. Между эпистемами возникают и устанавливаются связи, отношения, зависимости. Множества и отношения эпистем также являются эпистемами. Установление взаимного расположения эпистем относительно друга друга позволяет формировать иерархии эпистем. Определение эпистемы в качестве единицы измерения позволяет переходить от качественных к количественным оценкам, и благодаря этому осуществлять сопоставления и сравнения эпистем на разных ступенях и уровнях образования и обучения. Таким образом, рассматриваемые понятия формируют основу для проведения многоплановых исследований, анализа и синтеза эпистем различного наполнения и организации, обеспечивая гибкость и прозрачность формирования содержания образования и организации процесса обучения.
3. В рамках эпистемодидактических исследований открывается возможность рассматривать с единой точки зрения в качестве эпистем возникающие в теоретических педагогических исследованиях содержательные и дидактические элементы, единицы, множества, объединения и пересечения множеств, включения в множества, подсистемы и подмножества, установление отношений, зависимостей, связей, формирование иерархий. В результате, это дает возможность проводить обобщения, классифицировать и систематизировать исследуемые эпистемы, формировать новые эпистемы на основании известных, а также строить эпистемодидактические модели.
4. Исследования в рамках эпистемодидактики позволяют осуществлять поиск и обоснование инновационных подходов и способов решений научно‑педагогических проблем формирования и сопоставления содержания образования и организации процесса обучения.

**Глава 2. Основы эпистемодидактических исследований   
содержания образования и организации процесса обучения**

Одним из центральных вопросов при проведении эпистемодидактических исследований является установление равномерности и равнозначности составляющих содержания образования и организации процесса обучения, определение условий и критериев сопоставимости для рассматриваемых объектов и процессов в сфере образования и обучения. В связи с этим представляют интерес исследования разбиений эпистем, выбор параметров и задание единичных эпистем для формирования равнозначных между собой эпистем, выявление свойств и характеристик эпистем с целью обеспечения согласованности и непрерывности на разных ступенях и уровнях обучения, а также рассмотрение вопросов упорядоченности и взаимного расположения эпистем относительно друг друга при построении различных эпистемодидактических иерархий. Эти вопросы рассматриваются в работе [151, с. 59].

**2.1. Разбиения и факторизации эпистем учебных дисциплин**

При исследовании конкретного множества эпистем необходимоанализировать отдельные его составляющие. Особого внимания заслуживает разбиение множества эпистем на непересекающиеся подмножества, т.е. классы эпистем, а также рассмотрение процесса формирования равнозначных эпистем относительно выбранного параметра. Задачи данного параграфа состоят в рассмотрении разбиений и факторизаций учебной дисциплины, исследовании отношений между факторизациями одной и двух учебных дисциплин, изучении вопроса вложения разбиений в факторизации, распространения факторизации подмножества на множество, сопоставления факторизаций, сравнений классов равнозначности эпистем из факторизаций для различных дисциплин, особенностей, возникающих при контроле учебной деятельности и др. Это исследуется в [99, с. 51; 133, с. 221; 137, с. 55; 149, с. 133; 162, с. 16].

Исследуя конкретные эпистемы, можно рассматривать разные степени подробности представления эпистем, при этом каждый раз можно определить «минимальные» эпистемы по некоторому свойству, например, простейшие, базисные эпистемы, которые позволяют формировать рассматриваемые эпистемы. Подробность представления эпистем зависит от целей их использования. Так, если эпистемы математики изучаются на курсах повышения квалификации, то происходит детализация отдельных эпистем (но необязательно всех), которыми владеет обучающий, повышающий свою квалификацию. Если эти же эпистемы рассматриваются в процессе обучения, например, в школах, то для обучаемых иногда требуется более детальное рассмотрение эпистем соответствующего учебного материала, иногда менее детальное.

Анализ и синтез эпистем позволяют определять новые эпистемы и разбиения эпистем. Количество эпистем в конкретной учебной дисциплине зависит от уровня детализации содержания, так что более мелкие эпистемы приводят к увеличению их количества в дисциплине. Заметим, что мелкие эпистемы позволяют более тщательно сопоставлять учебные дисциплины между собой, но это иногда приводит к излишнему усложнению представлений и оценок.

Рассмотрим учебную дисциплину и ее разбиение на классы эпистем. В общем случае классы разбиения содержат одинаковое или различное количество эпистем, а рассматриваемые эпистемы учебной дисциплины могут быть сопоставлены друг с другом.

Зафиксируем некоторое свойство – такое, что для каждой эпистемы учебной дисциплины определено количественное значение этого свойства, которое будем называть параметром (иногда – характеристикой) эпистемы. В качестве параметра может выступать, например, время изложения учебного материала.

Для фиксированного класса эпистем параметром этого классабудем считать сумму параметров эпистем, входящих в рассматриваемый класс.

В результате, для учебной дисциплины ее параметром является сумма параметров всех эпистем, входящих в рассматриваемую дисциплину.

По отношению к этому свойству можно рассматривать равнозначные эпистемы, т.е. эпистемы, имеющие одинаковые параметры по заданному свойству, а также равнозначные классы эпистем, т.е. классы, параметры которых совпадают и т.д.

Это позволяет для эпистем, классов эпистем и учебной дисциплины рассматривать различные отношения, включая:

* отношения параметров эпистем друг к другу;
* отношения параметров классов эпистем друг к другу;
* отношение параметра эпистемы к параметру класса, в который входит данная эпистема, и наоборот, отношение параметра класса к параметру эпистемы из этого класса;
* отношение параметра класса к параметру учебной дисциплины, и наоборот, отношение параметра учебной дисциплины к параметру класса эпистем;
* отношение параметра эпистемы к параметру всей учебной дисциплины, и наоборот, отношение параметра учебной дисциплины к параметру рассматриваемой эпистемы.

Разбиение учебной дисциплины на равнозначные эпистемы иногда вызывает затруднения, поэтому в таких случаях удобнее использовать разбиения на равнозначные классы эпистем.

Количественные значения параметра эпистем и соответствующие отношения параметров позволяют определять ключевые (основные) эпистемы, ключевые классы эпистем и др. для учебной дисциплины.

Например, рассматривая изучение глаголов русского языка, в качестве ключевых эпистем для спряжений глаголов можно определить:

1) глаголы-исключения: а) для первого спряжения (гнать, держать, дышать, слышать, смотреть, видеть, ненавидеть, терпеть, обидеть, зависеть, вертеть); б) для второго спряжения (брить, стелить, зиждиться);

2) все остальные глаголы.

Эти классы эпистем не равнозначны (по количеству содержащихся в них глаголов), т.е. в каждом классе содержится свое количество эпистем. В то же время все рассматриваемые классы являются ключевыми.

При формировании эпистем и их параметров не всегда важны точные значения параметров, иногда достаточно использовать натуральные числа, иногда – положительные дробные числа и т.д. Приближения и установление границ применимости использования эпистем позволяют получать сравнимые и несравнимые эпистемы по соответствующему параметру. Уточним, что несравнимыми являются, например, некоторые эпистемы начальной школы и эпистемы научных исследований.

Определение эпистемы, параметр которой равен единице, дает возможность формировать инструментарий измерения эпистем по этому параметру.В качестве параметров могут выступать время, объем, ступень, уровень изучения эпистемы и др.

Например, при изложении математического курса теоремы могут состоять из лемм, т.е. вспомогательных утверждений, используемых при доказательстве теорем. При этом леммы могут быть неравнозначны по своим значениям различных параметров. Если определить количество ключевых утверждений, используемых в доказательстве теоремы, то появляется возможность определить сложность и трудность изложения (или восприятия) соответствующей теоремы.

Предположим, что учебная дисциплина содержит шесть эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6 (таблица 1). Заметим, что рассмотрение общего случая следует из этого случая, который является показательным для иллюстрации общих рассуждений.

Таблица 1 – Разбиения учебной дисциплины на эпистемы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |

При помощи экспертных оценок установлены значения параметров для каждой эпистемы (таблица 2):

Таблица 2 – Параметры эпистем учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |
| Параметры эпистем вида *g* | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |

Сформируем три класса эпистем таким образом, что в первый класс входит одна эпистема g1, во второй класс входят три эпистемы g2, g3 и g4, в третий класс входят две эпистемы g5 и g6 (таблица 3).

Таблица 3 – Классы эпистем учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |
| Параметры эпистем вида *g* | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Классы эпистем | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |

Для этих классов эпистем получаем соотношения: для первого класса значение параметра равно 1, для второго класса значение параметра составляет 2 + 3 + 1 = 6, для третьего класса значение параметра составляет 1 + 2 = 3. В этом случае, параметром дисциплины является сумма параметров всех эпистем, входящих в эту дисциплину, т.е. 1 + 6 + 3 = 10 (таблица 4).

Таблица 4 – Классы и параметры классов эпистем учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |
| Параметры эпистем вида *g* | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Классы эпистем | *g*1 | *g*2 | *g*3 | *g*4 | *g*5 | *g*6 |
| Параметры классов | 1 | 2 + 3 + 1 = 6 | | | 1 + 2 = 3 | |
| Параметр дисциплины | 1 + 6 + 3 = 10 | | | | | |

Использование параметров эпистем позволяет рассматривать: а) отношения параметров эпистем, входящих в учебную дисциплину: 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 2:2, 2:3, 3:1, 3:2; б) отношения параметров классов разбиения: 1:6, 1:3, 6:3; 3:6, 3:1, 6:1; в) отношения параметра дисциплины к параметрам эпистем, и наоборот: 10:1, 10:2, 10:3, 1:10, 2:10, 3:10; г) отношения параметра дисциплины к параметрам классов разбиения, и наоборот: 10:1, 10:6, 10:3, 1:10, 6:10, 3:10.

Определение эпистем и отношений на множествах эпистем позволяет условно разбивать знания на виды, роды и т.д. Заметим, что вид является «подразделением в систематике более высокого рода» [178, с. 70], а род – это «группа, которая объединяет несколько видов, обладающих общими признаками» [Там же, с. 592].

Одним из определяющих факторов обучения при формировании соответствующих разбиений является временной фактор: например, эпистемы могут требовать в процессе обучения заданного количества времени для усвоения или, наоборот, имеется ограниченное количество времени, за которое необходимо усвоить ряд эпистем или множеств эпистем.

Для различения или отождествления эпистем (например, понятий и др.) используются простейшие эпистемы. При этом можно определять базисные эпистемы, другими словами, эпистемы, на которые опирается процесс обучения (например, аксиомы и правила вывода теорем в математике и др.), что приводит к формированию двух классов эпистем: класса базисных эпистем и класса небазисных элементов.

Рассматривая эпистемы на различных ступенях обучения, включая эпистемы, представляющие знания средней школы, средней профессиональной школы, высшей школы, дополнительного образования и т.д., формируются классы эпистем, характеризующих соответствующую ступень, что позволяет изучать развитие эпистем и множеств эпистем при переходе с более низкой ступени обучения на более высокую.

Эпистемы с одинаковыми названиями при конкретных рассмотрениях могут обладать одинаковыми или различным объемами содержания материала. Например, в математике доказательства теорем содержат определенное количество логических шагов, каждый из которых можно рассматривать как простейшую эпистему (количество этих простейших эпистем назовем для краткости «длиной» доказательства). В результате, эпистемы, представляющие доказательства теорем (а, следовательно, и сами теоремы), различаются по «длине» доказательств. Таким образом, можно рассматривать множества эпистем одинаковой «длины», можно рассматривать множества эпистем различных «длин», можно упорядочивать между собой эпистемы по «длине» с целью дальнейших сопоставлений и т.д. Тем самым, формируются различные классы эпистем. В частности, если рассматривать теоремы, имеющие фиксированную «длину» как элементы класса, в котором содержатся все теоремы только такой «длины», то получим пример разбиения множества эпистем на непересекающиеся подмножества – классы эпистем. Возможны и другие подходы к оценкам содержания материала.

Разбиения эпистем могут задаваться показателями процесса обучения, включая уровни представления и усвоения материала в зависимости от сложности материала и уровня способностей обучаемого. Например, можно решать обычные задачи, а можно олимпиадные. Таким образом, рассматриваются разбиения эпистем по уровням представления, разбиения эпистем по уровням сложности, разбиения эпистем по уровням усвоения материала, разбиения эпистем по уровням способностей обучаемых и др.

Разбиения эпистем могут задаваться целями обучения: овладение определенными эпистемами в конкретной предметной области, достижение уровней оценок приобретаемых знаний, умений, навыков и компетенций в изучаемых дисциплинах и т.д. Таким образом, рассматриваются разбиения эпистем по уровням овладения эпистемами в предметной области, разбиения эпистем по уровням оценок приобретаемых знаний, компетенций и др.

Учебные дисциплины и, вообще, процесс обучения подразделяется на различные классы эпистем, каждый из которых может быть представлен своими разбиениями эпистем и их связями с другими эпистемами и классами эпистем. Для каждой учебной дисциплины формируются свои разбиения на классы эпистем, при этом различные дисциплины могут иметь специфические, присущие только этим дисциплинам разбиения на классы эпистем (например, в геометрии изучаются точки, прямые, плоскости и др., а в алгебре – законы, определяющие операции с числовыми и буквенными выражениями).

В то же время, ряд эпистем может иметь междисциплинарный характер. Рассматривая эпистемы двух дисциплин, например, геометрию и тригонометрию, можно эпистемы, представляющие каждую из этих двух дисциплин, разбить на два класса эпистем: в геометрии один класс эпистем содержит эпистемы, принадлежащие только геометрии и не принадлежащие тригонометрии, а второй класс – эпистемы, принадлежащие и геометрии, и тригонометрии; в тригонометрии один класс эпистем содержит эпистемы, принадлежащие только тригонометрии и не принадлежащие геометрии, а второй класс – такой же класс, как и в геометрии, который содержит эпистемы, одновременно принадлежащие и геометрии, и тригонометрии.

Исследуя некоторое множество эпистем, представляющее теоретические и экспериментальные знания, можно рассматривать подмножество эпистем, которое возникает в теоретических исследованиях, и другое подмножество эпистем, которое является результатами экспериментальных исследований. В свою очередь, переходя на следующий уровень разбиения: теоретические исследования можно рассматривать в «узком» смысле (т.е. специфические, специальные) – эпистемы, составляющие подмножество из подмножества теоретических исследований, и в «широком» смысле (т.е. общезначимые, всеобъемлющие) – эпистемы, составляющие другое подмножество из подмножества теоретических исследований. Точно также для подмножества экспериментальных исследований можно рассматривать новый уровень разбиения: в «узком» смысле (т.е. специфические, специальные) – эпистемы, составляющие подмножество из подмножества экспериментальных исследований, и в «широком» смысле (т.е. общезначимые, всеобъемлющие) – эпистемы, составляющие еще одно подмножество из подмножестваэкспериментальных исследований. Таким образом, с одной стороны, имеется разбиение на класс теоретических и на класс экспериментальных эпистем, а с другой стороны, каждый из этих классов, в свою очередь, разбивается на подклассы, а эти подклассы могут разбиваться на еще более мелкие подклассы следующего уровня. В результате, рассматривается разбиение первоначального множества эпистем на подклассы.

Можно рассматривать разбиения эпистем, связанных со специализацией обучения, эпистем, являющихся неразрывными компонентами образовательных комплексов и т.д.

Представления изучаемой дисциплины в виде классов эпистем может иметь различные формы. Одним из видов представления дисциплины в виде разбиения эпистем является программа курса этой дисциплины, другим – учебное пособие по этой дисциплине, поэтому разбиение содержания учебной дисциплины на классы эпистем зависит от программы курса, от учебного пособия и т.д. Очевидно, что по конкретной дисциплине и для конкретных ступеней или уровней обучения как программы курсов могут быть разными, так и учебные пособия тоже могут быть различными. В то же время, программы курсов и учебные пособия для разных ступеней и уровней обучения могут представляться одним и тем же множеством эпистем: программы начального курса информатики для среднетехнических и высших учебных заведений могут совпадать в смысле обозначения эпистем, в результате, классы эпистем могут совпадать, например, в содержании программ курсов, однако, примеры формирования и наполнения этих классов эпистем могут быть различными в силу отличий по уровням сложности и трудностям выполнения.

Подобным образом происходит разбиение на классы эпистем различных составляющих человеческих знаний, например, педагогических и философских воззрений. В результате, производится выявление ступеней, уровней, принципов соответствующих знаний, построение на этой основе разбиений на классы эпистем, формирование отношений, связей, зависимостей, иерархий.

Одним из применений разбиений эпистем и множеств эпистем является построение иерархий и иерархических ступеней распределения эпистем. Уровень разбиения определяется задаваемыми целями: разбиения эпистем задают иерархии эпистем, построение классов разбиений можно считать шагом построения иерархии эпистем. При построении иерархий для разбиений определяются «глубина» или «высота» этих разбиений, что позволяет, в конечном итоге, формировать разбиения эпистем на классы равнозначности по соответствующим параметрам.

Например, рассмотрение эпистем, представляющих натуральные числа в школе начинается с конкретных примеров и в догматическом виде: по принципу «делай, как учитель». В результате, обучаемые заучивают таблицы сложения и вычитания, умножения и деления чисел. Позднее, к эпистемам, определяющим натуральные числа, добавляются другие эпистемы, которые представляют другие виды чисел: целые, рациональные, действительные и др. В высшей школе изучение эпистем, представляющих числа, объединяется в единые системы, которые содержат определения, аксиомы, доказательства. Таким образом, изучение, в частности, натуральных чисел приводит к расширению соответствующих эпистем, с одной стороны, а с другой стороны, например, изучение натуральных чисел в рамках специальной науки – теории чисел – приводит к выявлению новых эпистем, характеризующих свойства натуральных чисел. Фактически, на каждой новой ступени или уровне происходит формирование своих классов эпистем (например, базисных и небазисных и т.д.).

Обратимся к историческому примеру. В XVII веке В. Ратке, один из основателей дидактики, сформулировал общие принципы обучения. Рассматривая применение каждого принципа как основу для формирования класса эпистем получаем, что принципы обучения определяют разбиения учебного материала на классы эпистем.

Для построения соответствующих классов приведем принципы обучения В. Ратке: «1) обучение должно протекать в соответствии с ходом природы, не нарушая его; 2) обучение должно быть последовательным, нельзя изучать одновременно разные вещи; 3) в обучении следует постоянно использовать повторение; 4) первоначальное обучение должно обязательно вестись на родном языке учащихся; 5) обучение должно вестись без принуждения; 6) заучивать ученики должны только то, что ими понято; 7) в обучении следует идти от частного к общему, от известного к неизвестному; 8) в ходе обучения всегда нужно опираться на индукцию и опыт» [182].

Представим каждый из сформулированных В. Ратке принципов в виде наборов эпистем и отношений эпистем. Первый принцип (принцип природосообразности) устанавливает, что используемые в процессе обучения эпистемы должны быть такими, для которых и отношений между которыми можно привести интерпретации в природе. Во втором принципе требуется, чтобы эпистемы не смешивались, другими словами, при обучении необходимо четко осознавать, с какими эпистемами и в какой момент имеешь дело. Третий принцип означает необходимость закрепления в памяти учащегося изучаемых эпистем. Четвертый принцип – обучение на родном языке – в сущности, означает, что необходимо изучать новые эпистемы через те, которые уже известны. В этом смысле эпистемы родного языка являются простейшими эпистемами, а эпистемы изучаемой дисциплины являются, в определенном смысле, более содержательными. Пятый принцип – обучение без принуждения – в значительной части относится к психологии обучения и означает, что усвоение эпистем без принуждения в определенном смысле является более эффективным (заметим, что слово «принуждение» имеет значительное множество интерпретаций и сам процесс обучения, в определенном смысле, является принуждением себя, общества и т.д.). Шестой принцип – заучивание того, что понято – означает, что заучиваются вновь построенные эпистемы, которые получены объединением известных или легко воспринимаемых множеств эпистем. Седьмой принцип – от известного к неизвестному – перекликается с требованием Р. Декарта («методически переходить от известного и доказанного к неизвест­ному и недоказанному» [247, т. 1, с. 449], при проведении исследования и фактически является восхождением от известных элементарных эпистем к эпистемам новых знаний, т.е. построением отношений, классов, систем и иерархий эпистем. И наконец, восьмой принцип В. Ратке – в ходе обучения всегда нужно опираться на индукцию и опыт – означает, что необходимо, с одной стороны, последовательно рассматривать различные процессы построения множеств эпистем, а с другой стороны, постоянно обращаться к практическим эпистемам, т.е. опять же возвращаться к первому принципу – рассматриваемые эпистемы должны в той или иной степени соответствовать эпистемам из практической жизни (природы).

Предлагаемое эпистемодидактическое представление принципов В. Ратке показывает, как можно разбивать на классы (подмножества) эпистем различные составляющие человеческих знаний, например, используя метод интерпретации в природе, разбиение на известные и неизвестные эпистемы и т.д.

При рассмотрении классов эпистем естественным образом возникает вопрос о равнозначности этих классов: с одной стороны, о равнозначности эпистем, входящих в классы, с другой стороны, о равнозначности классов эпистем. Иногда равнозначность определяется с точностью до 1%, иногда до 2%, а иногда до 10%, что устанавливается договоренностью экспертов. С этим связаны вопросы сопоставления эпистем, входящих в эти классы, а также задания оптимальности (в т.ч. равномерности процесса обучения и равнозначности эпистем учебных дисциплин). Это является существенным элементом при осуществлении контроля учебной деятельности.

Одним из видов определения равнозначности между собой эпистем, классов эпистем по выбранному параметру является равенство количественных значений соответствующих эпистем или классов эпистем по этому параметру. Экспертные оценки позволяют вводить классы равнозначности между собою эпистем, например, по уровню сложности учебного материла или по уровню трудности усвоения, тем самым, на основании экспертных оценок содержание заданной учебной дисциплины разбивается на примерно равнозначные эпистемы. Точно также при помощи экспертных оценок различные учебные дисциплины можно сравнивать между собой, если договориться о равнозначных эпистемах. Например, если договориться о равнозначности эпистем в математике и информатике, то можно сравнивать соответствующие математические дисциплины с дисциплинами информатики. Равнозначность или неравнозначность эпистем устанавливается совместными решениями сообществ экспертов: учебно-методическими объединениями вузов, факультетов и т.д. Например, при переводе с одной специальности на другую в вузе производится зачет или незачет отдельных изученных ранее дисциплин или разделов.

Разбиение учебного материала на равнозначные классы эпистем позволяет устанавливать равнозначность разделов учебных дисциплин и самих учебных дисциплин, а также осуществлять сравнение эпистем одного класса в разных множествах (страны, вузы, факультеты, направления – бакалавриат, специалитет, магистратура, повышение квалификации, дополнительное образование) (горизонтальное сравнение), и сравнение эпистем разных уровней обучения (вертикальное сравнение), и сравнение эпистем из различных областей и уровней и различных классов в разных множествах эпистем.

Тем самым, формируется единый подход к оценке знаний, что позволяет выявлять на разных ступенях и уровнях обучения равнозначные или неравнозначные в том или ином смысле эпистемы.

Разбиение множества эпистем на равнозначные (эквивалентные) классы назовем факторизацией этого множества эпистем. В этом случае соответствующие классы будем называть также классами равнозначности этого разбиения. Факторизации делают рациональным процесс преподавания, поскольку каждая учебная дисциплина имеет свое разбиение, а в процессе преподавания удобно рассматривать разбиения на классы равнозначности этих дисциплин.

Пусть множество имеет некоторое разбиение, которое не является факторизацией, и будем предполагать, что простейшие эпистемы этого множества равнозначны между собой. Тогда каждая эпистема представляется через разбиение на простейшие эпистемы, что позволяет построить новое разбиение множества, т.е. факторизацию рассматриваемого множества. Если имеется разбиение на неравнозначные классы, то либо эпистемы из этих классов разбиваются на простейшие эпистемы, либо можно построить факторизацию, из классов которой можно сформировать классы разбиения (необязательно доходя до простейших эпистем). В результате, определяются параметры для классов из разбиения через параметры факторизации, а также оцениваются параметры некоторых других факторизаций и разбиений множества, включая параметр множества в целом. Равнозначность классов факторизации достигается различными способами. В одном случае, все эпистемы во всех классах равнозначны между собой (например, являются простейшими), и тогда количество эпистем в обоих классах совпадает между собой). В другом случае, существуют два класса в факторизации (т.е. равнозначные между собой, когда параметр одного класса совпадает с параметром другого класса), но эпистемы, входящие в эти классы, не равнозначны между собой. Тогда оба класса разбиваются на меньшие эпистемы (по рассматриваемому параметру) и приводятся к равнозначным эпистемам в обоих классах и, в результате, этот случай сводится к первому.

Рассмотрим учебную дисциплину, состоящую из шести эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6. Построим факторизацию этой учебной дисциплины на равнозначные эпистемы вида *h* так, что каждая из эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6 разбивается на подходящие равнозначные эпистемы *h*1, *h*2, *h*3, *h*4, *h*5, *h*6, *h*7, *h*8, *h*9, *h*10, каждой из которых присваиваем параметр, равный единице, т.е. эпистемы в новом разбиении являются единичными. Получаем представление исходных эпистем учебной дисциплины через равнозначные единичные эпистемы (таблица 5).

Таблица 5 – Разбиение и факторизация учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Параметры эпистем разбиения | 1 | 2 | | 3 | | | 1 | 1 | 2 | |
| Разбиение эпистем на равнозначные вида *h* | *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 |
| Параметры эпистем факторизации | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Например, применяя факторизации к курсу тригонометрии, тригонометрические функции можно рассматривать как равнозначные эпистемы. Переходя к другим областям математики, эти эпистемы представляются другими наборами эпистем, например, в геометрии значения тригонометрических функций являются значениями отношений длин отрезков, в математическом анализе значения этих же функций рассматриваются как значения числовых функций в системе координат на плоскости (выражая взаимосвязи между абсциссами и ординатами), или задаваемые значениями рядов или последовательностями функций. Таким образом, в разных разделах математики одни и те же объекты представляют из себя разные эпистемы, и при факторизации рассматриваемых учебных дисциплин (тригонометрии, геометрии, математического анализа) соответствующие разбиения на равнозначные эпистемы отличаются друг от друга. Это приводит к изменению набора эпистем, к изменению разбиения эпистем на равнозначные эпистемы, и, тем самым, для каждого учебного курса определяется своя факторизация. Однако, существует общая факторизация для этих учебных дисциплин.

При построении различных факторизаций одной учебной дисциплины возникают отношения вложения факторизаций, индуцирование факторизации учебной дисциплины или ее части на некоторые подмножества эпистем, входящие в учебную дисциплину или ее части (таблица 5), распространение факторизации с некоторого набора эпистем на более широкое множество эпистем, а также можно рассматривать объединения, пересечения и дополнения множеств классов эпистем. Например, факторизации курса математики в старших классах общеобразовательной школы, индуцируют факторизации курса математики в начальной школе с тем, чтобы обучение происходило по спирали (концентрически). В старших классах рассматриваются такие значения измерения углов: углы, меньшие 180 градусов, но большие 0 градусов; углы, большие 180 градусов; углы, большие 360 градусов; углы, измеряемые в радианах, как положительные, так и отрицательные и др., что индуцирует введение понятия угла в начальных классах. В результате, некоторые факторизации курса математики в начальной школе распространяются до факторизаций курса математики в старших классах общеобразовательной школы: изучаемое в начальной школе понятие угла распространяется до суммы углов треугольника, многоугольника и т.д.

Будем говорить, что некоторое разбиение вкладывается (включается) в другое разбиение, если каждый класс эпистем из первого разбиениясодержится в подходящем классе эпистем второго разбиения. Аналогично, будем говорить, что некоторая факторизация вкладывается (включается) в другую факторизацию, если каждый класс эпистем из первой факторизации содержится в подходящем классе эпистем второй факторизации.

Продолжим рассмотрение учебной дисциплины, состоящей из шести эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6, для которой можно рассматривать в качестве классов два множества, например, одно состоящее из эпистем *g*2 и *g*3, и другое, состоящее из эпистем *g*1, *g*4, *g*5 и *g*6. В результате получаем разбиение на два равнозначных класса, т.е. факторизацию, поскольку количественные параметры обоих классов совпадают и в данном случае равны 5, т.к. первый из этих равнозначных классов включает пять эпистем вида *h*: *h*2, *h*3, *h*4, *h*5, *h*6; и второй из этих равнозначных классов также включает пять эпистем вида *h*: *h*1, *h*7, *h*8, *h*9, *h*10. Сопоставим эту факторизацию для учебной дисциплины с разбиением на три неравнозначных класса: первый содержит одну эпистему *g*1, значение параметра этого класса равно 1; второй класс содержит три эпистемы *g*2, *g*3, *g*4, значение параметра класса равно 6; и третий класс включает две эпистемы *g*5 и *g*6, значение параметра класса равно 3. Представление этих классов через два равнозначных, а также представление двух равнозначных классов через три неравнозначных класса вызывает затруднения. Однако, построив новое разбиение на равнозначные, более «мелкие» эпистемы вида *h*, получаем сопоставимость параметров всех рассматриваемых классов: 1) в результате получаем разбиение на два равнозначных класса и факторизация эпистемвида *h* вкладывается в факторизацию этих классов; 2) в то же время разбиение на неравнозначные классы вкладывается в факторизациюравнозначных классов через эпистемы вида *h.* В сопоставлении с параметрами эпистем вида *h* классы имеют соответственно значения 1, 6, 3, а классы факторизации равнозначных классов в данном случае имеют значение 5 (таблица 6).

Таблица 6 – Вложения разбиений в факторизации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование эпистем | Кол-во эпистем | Общие параметры | Разбиения эпистем и сопоставление  с параметрами эпистем | | | | | | | | | |
| Эпистемы вида *g* | 6 | 10 | g1 | g2 | | g3 | | | g4 | g5 | g6 | |
| Параметры эпистем вида *g* | – | 10 | 1 | 2 | | 3 | | | 1 | 1 | 2 | |
| Факторизация эпистем вида *h* | 10 | 10 | h1 | h2 | h3 | h4 | h5 | h6 | h7 | h8 | h9 | h10 |
| Параметры эпистем факторизации вида *h* | – | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Первый равнозначный класс факторизации классов | 1 | 5 | g1 | – | – | – | – | – | {g4, g5, g6} | | | |
| Второй равнозначный класс факторизации классов | 1 | 5 | – | {g2, g3} | | | | | – | – | – | – |
| Первый неравнозначный класс разбиения | 1 | 1 | g1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Второй неравнозначный класс  разбиения | 3 | 6 | – | {g2, g3, g4} | | | | | | – | – | – |
| Третий неравнозначный класс | 2 | 3 | – | – | – | – | – | – | – | {g5, g6} | | |

При рассмотрении подмножества в некотором множествеэпистем возникает вопрос о распространении разбиения сподмножества до разбиения исходного множества. Особое место занимает вопрос о построении распространения факторизации с подмножества до факторизации всего множества, поскольку необходимо учитывать факторизацию также на дополнении к рассматриваемому подмножествув этом множестве. Поэтому возникает необходимость построения факторизации всего первоначального множества, которая содержит факторизацию подмножества.

Рассмотрим множество, состоящее из шести эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6 и подмножество этого множества, состоящее из пяти эпистем *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6. Факторизация множества на два равнозначных класса, где в первый класс входят четыре эпистемы *g*1, *g*4, *g*5, *g*6, а во второй класс входят две эпистемы *g*2, *g*3 задает разбиение подмножества на два класса: первый состоит из трех эпистем *g*4, *g*5, *g*6, второй – из двух эпистем *g*2, *g*3. Для этого разбиения подмножества можно построить факторизацию через эпистемы вида *h*, формируемую равнозначными эпистемами *h*2, *h*3, *h*4, *h*5, *h*6, *h*7, *h*8, *h*9, *h*10, при этом эпистема *g*2 состоит из эпистем *h*2 и *h*3, эпистема *g*3 состоит из эпистем *h*4, *h*5, *h*6, эпистема *g*4 состоит из эпистемы *h*7, эпистема *g*5 состоит из эпистемы *h*8, эпистема *g*6 состоит из двух эпистем *h*9 и *h*10. Если полагать, что эпистема *g*1 равнозначна эпистеме *h*1, то на исходном множестве построена новая факторизация, формируемая равнозначными эпистемами *h*1, *h*2, *h*3, *h*4, *h*5, *h*6, *h*7, *h*8, *h*9, *h*10, которая является распространением факторизации с подмножества на исходное множество, и новая факторизация множества содержит в себе факторизациюклассов этогомножества (таблица 7)*.*

Таблица 7 – Распространение факторизации с подмножества на множество

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первоначальные эпистемы из множества | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Факторизация классов | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Эпистемы из подмножества | – | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Разбиение подмножества для факторизации классов | – | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Факторизация подмножества | – | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 |
| Распространение факторизации подмножества на исходное множество | *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 |

В качестве примера можно рассматривать вложения равнозначных эпистем, представляющих числа: натуральные числа вкладываются в целые числа; целые числа – в дробные числа; дробные числа – в действительные числа и т.д.

Таким образом, на основании рассмотренного выше, формируется общая интерпретация построения новых факторизаций: 1) рассматривается разбиение эпистем, входящих в множество; 2) строится факторизация на этом множестве; 3) эпистемы, входящие в классы этой факторизации, могут быть не равнозначны между собой (например, *g*2 и *g*3); 4) строится новая факторизация каждого из классов, входящих в исходное множество(если этого сделать не удается, то возвращаемся к первому шагу, где строится разбиение на более мелкие эпистемы; 5) строится новая факторизация множества, которая позволяет разбить классы, входящие в первоначальную факторизацию на равнозначные эпистемы.

Рассмотрим некоторую учебную дисциплину, в которой первая факторизация задает разбиение на разделы дисциплины, вторая факторизация задает разбиение разделов на темы. В первом случае, получим одни классы равнозначности, во втором – другие. Можно построить третью факторизацию этой учебной дисциплины, которая задает классы равнозначности эпистем как для каждого раздела или темы в отдельности, так и для всей дисциплины в целом.

Положим, что при рассмотрении учебной дисциплины имеется некоторое разбиение на разделы. Каждый раздел разбивается на равнозначные темы. Разбиения разделов на темы могут не давать факторизацию учебной дисциплины. Поэтому необходимо формировать новые разделы и темы таким образом, чтобы в конечном итоге получить факторизацию учебной дисциплины на разделы, согласованную с факторизацией этой учебной дисциплины на темы (или на более мелкие эпистемы).

Пусть задано множество эпистем, его подмножество и факторизация множества. Тогда факторизация множества задает некоторое разбиение подмножества, входящего в исходное множество. Для этого разбиения существует некоторая факторизация, которая содержит в себе разбиение подмножества, т.е. каждый набор эпистем из факторизации подмножества содержится в подходящем наборе эпистем из разбиения этого подмножества. Таким образом, факторизация подмножества вкладывается в факторизацию множества. В этом случае будем говорить, что факторизация подмножества индуцирована первоначальной факторизацией исходного множества. В результате, строится новая факторизация на множестве, которая является распространением факторизации с подмножества на это множество*,* и новая факторизация множествасодержит в себе первоначальную факторизацию множества*.*

Рассмотрим для некоторого множества эпистем два пересекающихся подмножества.Пусть имеются разбиения этих подмножеств, и при этом ни одно из этих разбиений не вкладывается в другое. Рассмотрим разбиение пересечения подмножеств. Если это пересечение является пустым, то строим разбиение исходного множества на более мелкие эпистемы. Из того, что множество разбивается на мелкие эпистемы, следует, что приходим к тому, что разбиение пересечения подмножеств не будет пустым (например, в случае разбиения на простейшие эпистемы). Строим факторизацию пересечения подмножеств эпистем, которую, с одной стороны, можно распространить до факторизации первого подмножества и, с другой стороны, распространить до факторизации второго подмножества. В результате, получаем факторизацию объединения подмножеств, такую, что факторизация первого подмножества вкладывается в разбиение этого подмножества, а факторизация второго подмножества вкладывается в разбиение второго подмножества. Иногда факторизации каждого из подмножеств являются некоторыми факторизациями соответствующих подмножеств эпистем и множества в целом.

Для учебной дисциплины, состоящей из шести эпистем *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6 рассмотрим в качестве классов множества эпистем два различных разбиения: первое разбиение состоит из объединения эпистем *g*1 и*g*2, эпистемы *g*3 и объединения эпистем *g*4, *g*5, *g*6; второе разбиение состоит их объединения эпистем *g*1 и *g*4, эпистемы *g*3, а также объединения эпистем *g*2, *g*5 и *g*6.

Тогда пересечением классов разбиения является эпистема *g*3. Построим факторизацию пересечения через эпистемы вида *h* для рассматриваемых классов таким образом, что разбиение пересечения содержится в факторизации пересечения и представляет собой набор эпистем *h*4, *h*5, *h*6. Факторизация пересечения классов распространяется на факторизацию для обоих разбиений так, что факторизация первого разбиения вкладывается в это разбиение, а факторизация второго разбиения вкладывается во второе разбиение (таблица 8).

Таблица 8 – Взаимосвязи между разбиениями и факторизациями учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | |
| Параметры эпистем вида *g* | 1 | 2 | | 3 | | | 1 | 1 | 2 | |
| Факторизация эпистем вида *h* | *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 |
| Параметры эпистем факторизации | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Первое разбиение на эпистемы вида *g* | *g*1 и *g*2 | | | *g*3 | | | *g*4, *g*5 и *g*6 | | | |
| Второе разбиение на эпистемы вида *g* | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | *g*4 | *g*5 и *g*6 | | |
| Разбиение пересечения через эпистемы вида *g* | – | – | – | *g*3 | | | – | – | – | – |
| Факторизация пересечения через эпистемы вида *h* | – | – | – | *h*4 | – | – | – | – |  |  |
| Факторизация объединения через *h* | *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 |

В качестве примера рассмотрим курс «Дополнительные главы геометрии», который был прочитан тремя различными способами соответственно в 2004, в 2008 и в 2013 годах в Специализированном учебно-научном центре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (СУНЦ НГУ), так что в 2004 году программа курса представляется в виде одного множества эпистем, в 2008 году – в виде другого множества эпистем, а в 2013 году – в виде объединения первого и второго множеств эпистем, и для первого множества эпистем, второго множества эпистем, а также для пересечения этих множеств эпистем и для их объединения выполнены все условия, описанные выше между соответствующими разбиениями и факторизациями. Тем самым, факторизация 2013 года позволяет более равномерно расположить учебный материал.

Рассмотрим некоторый курс алгебры для студентов-физиков и некоторый курс алгебры для студентов-биологов. Предположим, что разбиение множества эпистем этой дисциплины для физиков содержит эпистемы *g*1, *g*2, *g*3, *g*4, *g*5, *g*6 и отличается от разбиения множества эпистем курса алгебры для биологов, которое содержит эпистемы *g*2, *g*3 (таблица 9). Рассмотрим пересечение множеств курсов алгебры для физиков и для биологов, которое совпадает с множеством эпистем курса алгебры для биологов и содержит эпистемы *g*2, *g*3. Тем самым, можно считать, что на пересечении курсов алгебрызадано разбиение, состоящее из одного класса, т.е. можно полагать, что это факторизация пересечения этих курсов. Такую факторизацию можно расширить до факторизации курса алгебры для физиков, в которую входит два равнозначных класса: первый класс, состоящий из эпистем *g*2, *g*3; второй класс, состоящий из эпистем *g*1, *g*4,*g*5, *g*6. Таким образом, получена факторизация курса алгебры для физиков, которая согласована с факторизацией курса алгебрыдля биологов, что позволяет проводить сопоставления на уровне классов эпистем и их параметров. Заметим, что факторизация через эпистемы вида *h* может быть построена для пересечения рассматриваемых курсов алгебры, в результате чего классы эпистем и параметры классов будут другими, однако, вложения соответствующих эпистем сохранятся.

Таблица 9 – Представление факторизаций учебной дисциплины для физиков ибиологов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы и параметры | Кол-во эпистем | Общие параметры | Разбиения эпистем и сопоставление  с параметрами эпистем | | | | | | | | | | | |
| Множество эпистем для физиков через эпистемы вида *g* | 6 |  | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | | |
| Параметры эпистем для физиков через эпистемы вида *g* | – | 10 | 1 | 2 | | 3 | | | | 1 | 1 | 2 | | |
| Множество эпистем для биологов через эпистемы вида *g* | 2 | – |  | *g*2 | | *g*3 | | | | – | – | – | | – |
| Параметры эпистем для биологов через эпистемы вида *g* | – | 5 | – | 2 | | 3 | | | | – | – | – | | – |
| Классы эпистем разбиения для физиков | 2 | – | *g*1 | *g*2 и *g*3 | | | | | | *g*4 | *g*5 | *g*6 | | |
| Параметры классов эпистем разбиения для физиков | – | 10 | 1 | 5 | | | | | | 1 | 1 | 2 | | |
| Класс эпистем разбиения для биологов | 1 | – | – | *g*2 и *g*3 | | | | | | – | – | – | | |
| Параметры класса эпистем разбиения для биологов | – | 5 | – | 5 | | | | | | – | – | – | | |
| Множество эпистем через эпистемы вида *h* | 10 | – | *h*1 | *h*2 | *h*3 | | *h*4 | *h*5 | *h*6 | *h*7 | *h*8 | *h*9 | *h*10 | |
| Параметры эпистем через эпистемы вида *h* | – | 10 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Рассмотрим некоторый курс алгебры для студентов-экономистов и некоторый курс алгебры для студентов-биологов. Предположим, что разбиение множества эпистем этой дисциплины для экономистов отличается от разбиения множества эпистем курса алгебры для биологов (таблица 10). В результате построенная факторизация через эпистемы вида *h* позволяет построить факторизации множества эпистем курса алгебры для экономистов и множества эпистем курса алгебры для биологов, такие, что факторизация через эпистемы вида *h* курса алгебры для экономистов вкладывается в разбиение через эпистемы вида *g* множества эпистем курса алгебры для экономистов, а факторизация через эпистемы вида *h* курса алгебры для биологов вкладывается в разбиение через эпистемы вида *g* множества эпистем курса алгебры для биологов.

На факторизацию влияют рассматриваемые примеры и упражнения, и возникающие в связи с этим интерпретации эпистем курса алгебры. Это влечет за собой различие в выборе базисных эпистем, равнозначных эпистем и др.

Таблица 10 – Представление факторизаций дисциплины для экономистов и биологов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы и параметры | Кол-во эпистем | Общие параметры | Разбиения эпистем и сопоставление  с параметрами эпистем | | | | | | | | | |
| Множество эпистем для экономистов через эпистемы вида *g* | 4 | – | *g*1 | – | – | *g*3 | | | – | *g*5 | *g*6 | |
| Параметры эпистем для экономистов через эпистемы вида *g* | – | 7 | 1 | – | – | 3 | | | – | 1 | 2 | |
| Множество эпистем для экономистов через эпистемы вида *h* | 7 | – | *h*1 | – | – | *h*4 | *h*5 | *h*6 | – | *h*8 | *h*9 | *h*10 |
| Параметры эпистем для экономистов через эпистемы вида *h* | – | 7 | 1 | – | – | 1 | 1 | 1 | – | 1 | 1 | 1 |
| Множество эпистем для биологов через эпистемы вида *g* | 2 | – | – | *g*2 | | *g*3 | | | – | – | – | – |
| Параметры эпистем для биологов через эпистемы вида *g* | – | 5 | – | 2 | | 3 | | | – | – | – | – |
| Множество эпистем для биологов через эпистемы вида *h* | 5 | – | – | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | – | – | – | – |
| Параметры эпистем для биологов через эпистемы вида *h* | – | 5 | – | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | – | – | – | – |
| Объединение эпистем для экономистов и биологов через эпистемы вида *g* | 5 | – | *g*1 | *g*2 | | *g*3 | | | – | *g*5 | *g*6 | |

*Продолжение таблицы 10*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы и параметры | Кол-во эпистем | Общие параметры | Разбиения эпистем и сопоставление  с параметрами эпистем | | | | | | | | | |
| Параметры объединения эпистем для экономистов и биологов через эпистемы вида *g* | – | 9 | 1 | 2 | | 3 | | | – | 1 | 2 | |
| Объединение эпистем для экономистов и биологов через эпистемы вида *h* | 9 | – | *h*1 | *h*2 | *h*3 | *h*4 | *h*5 | *h*6 | – | *h*8 | *h*9 | *h*10 |
| Параметры объединения эпистем для экономистов и биологов через эпистемы вида *h* | – | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | – | 1 | 1 | 1 |

Пусть два подмножества некоторого множества эпистем не пересекаются и существует факторизация эпистем для одного подмножества и факторизация эпистем для другого подмножества. Тогда отношение параметра класса разбиения из первого подмножества к параметру класса разбиения из второго подмножества является константой. Таким образом, классы эпистем факторизаций этих подмножеств сопоставимы.

Приведенные выше процедуры построения факторизаций для двух подмножеств позволяют построить соответствующие факторизации для любого количества подмножеств.

Если в качестве множества эпистем выбрано множество, которое объединяет несколько учебных дисциплин, то подходящие разбиения дисциплин на равнозначные эпистемы позволяют построить единую факторизацию для этих учебных дисциплин. Остановимся на этом более подробно. Во-первых, эти рассуждения позволяют подсчитывать количество равнозначных эпистем в каждой из дисциплин, во‑вторых, сравнивать дисциплины по количеству входящих в них равнозначных эпистем, в-третьих, устанавливать соответствие по выбираемому параметру для одной из равнозначных эпистем первой дисциплины с одной из равнозначных эпистем второй дисциплины.

В случае, когда отсутствует единая факторизация, то факторизации каждой дисциплины на более «мелкие» эпистемы (вплоть до простейших) позволяют установить достаточно близкие по равнозначности классы эпистем.

Если для двух учебных дисциплин рассмотреть соответствующие факторизации, то для них не всегда устанавливается отношение вложения одной факторизации в другую в соответствии с рисунками 1 и 2). Рассмотрим пересечение этих дисциплин. Для этого пересечения факторизация первой дисциплины индуцирует одно разбиение, а факторизация второй дисциплины индуцирует другое разбиение. Таким образом, для пересечения рассматриваемых учебных дисциплинесть два разбиения в соответствии с рисунком 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рисунок 1 – Факторизация первойдисциплины | | | | | |  | Рисунок 2 – Факторизация второй дисциплины | | | | | |  | Рисунок 3 – Разбиения пересечения | | | | | |

Существует такая новая факторизация, которая вкладывается и в разбиение первой дисциплины, и в разбиение второй дисциплины. Эта новая факторизация определена на пересечения множеств эпистем, представляющих дисциплины.

С одной стороны, факторизация пересечения дисциплин вкладывается в факторизацию первой дисциплины, и можно построить такую факторизацию на множестве эпистем первой дисциплиины, которая является распространением факторизации пересечения на множество эпистем первой дисциплиины*,* и эта факторизация содержит в себе факторизациюпересечения*.* С другой стороны, факторизация пересечениядисциплин вкладывается в факторизацию второй дисциплины, и можно построить такую факторизацию, которая является распространением факторизации пересечения дисциплин на множество эпистем второй дисциплиины, и эта факторизация содержит в себе факторизацию пересеченияв соответствии с рисунками 4–6*.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рисунок 4 – Факторизация пересечения дисциплин | | | | | |  | Рисунок 5 – Факторизация эпистем первой дисциплины | | | | | |  | Рисунок 6 – Факторизация эпистем второй дисциплины | | | | | |

Построенные новые факторизации для первой и для второй дисциплин обладают тем свойством, что объединение этих двух факторизаций задает разбиение на объединении двух рассматриваемых дисциплин так, что это разбиение является факторизацией объединения этих двух дисциплин. В результате, на множестве эпистем, представляющем объединение учебных дисциплин, построена единая для этих дисциплинфакторизация, т.е. построено такое разбиение, что множество эпистем первой учебной дисциплины и множество эпистем второй учебной дисциплины равнозначны относительно объединения соответствующих факторизаций, что изображено на рисунке 7.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Рисунок 7 – Факторизация объединения двух дисциплин

Например, наложение факторизации эпистем теории делимости чисел и факторизации эпистем теории делимости многочленов позволяют выявлять зависимости между этими факторизациями.

Другой пример: наложение факторизации эпистем физики и факторизации эпистем математики позволяет получать новые факторизации эпистем учебной дисциплины «Уравнения математической физики».

Рассмотрение любого количества учебных дисциплин предполагает последовательное (одна дисциплина за другой) наложение факторизаций множеств эпистем и формирование новых факторизаций объединения учебных дисциплин. Если пересечение дисциплин пусто, то равнозначность эпистем, входящих в факторизации этих дисциплин, устанавливается при помощи экспертных оценок.

Рассмотрим некоторую учебную дисциплину. Пусть каждая эпистема, входящая в эту дисциплину, имеет количественноеизмерение.

Предположим, что существует такая эпистема, что ее количественное измерение равно 1. В этом случае эту эпистему будем называть единичной эпистемой для количественного измерения эпистем дисциплины.

Пусть заданы две дисциплины, для эпистем которых рассматривается некоторое измерение. Тогда можно рассматривать отношение измерения эпистем этих дисциплин (т.е. измерение эпистемы из одной дисциплины к измерению эпистемы из другой дисциплины).

Рассмотрим соответствующие факторизации для обеих учебных дисциплин. Предположим, что класс равнозначности из факторизации первой дисциплины содержит некоторое количество простейших эпистем этой дисциплины, а класс равнозначности из факторизации другой дисциплины также содержит некоторое количество простейших эпистем этой дисциплины. Тогда измерение класса факторизации первой дисциплиныравно произведению измерения эпистемы на количество эпистемв классе этой дисциплины, а измерение класса факторизации второй дисциплиныравно произведению соответствующего измерения эпистемы на соответствующее количество эпистемв классе второй дисциплины. Тогда можно рассматривать отношение классов равнозначности из факторизаций первой и второй дисциплин (т.е. отношение количества простейших эпистем первой дисциплины к количеству простейших эпистем второй дисциплины).

Если факторизация первой дисциплины содержит некоторое количество классов равнозначности эпистем, а факторизация второй дисциплины содержит определенное количество классов равнозначности эпистем, то измерение первой дисциплины равно произведению измерения эпистемы на количество эпистем в классе этой дисциплины на количество классов, и измерение второй дисциплины равно произведениюизмерения эпистемы на количество эпистем в классе на количество классов в этой учебной дисциплине. Тогда можно рассматривать отношение количества классов учебных дисциплин (т.е. отношение количества классов первой учебной дисциплины к количеству классов второй учебной дисциплины).

Таким образом, отношение измерения первой дисциплины к измерению второй дисциплины выражается через отношение измерений простейших эпистем обеих дисциплин, через отношение количества простейших эпистем в классах факторизаций обеих дисциплин, а также через отношение количества классов в факторизации первой дисциплинек количеству классов в факторизации второй дисциплины.

Определение простейших эпистем для обеих дисциплин является первой ступенью иерархии представления этих дисциплин. Второй ступенью является нахождение измерения простейших эпистем в этих учебных дисциплинах. Третьей ступенью иерархии является определение классов равнозначности в той и другой дисциплинах. На четвертой ступени определяется количество классов равнозначности. На пятой ступени строятся отношения для измерений простейших эпистем. На шестой ступени определяется отношение количества простейших эпистем в классе факторизации первой дисциплинык количеству простейших эпистем в классе факторизации второй дисциплины. На седьмой ступени – отношение количества классов факторизации первой дисциплинык количеству классов факторизации второй дисциплины. На восьмой ступени определяется отношение измерения первой дисциплины к измерению второй дисциплины. Таким образом, выстраивается эпистемодидактическая иерархия отношений измерений дисциплины.

Пусть каждая из двух учебных дисциплин имеет равнозначные простейшие эпистемы и соответствующие факторизации, при этом класс факторизации одной дисциплиныравнозначен классу факторизации другой дисциплины, и они равны1. Тогда ситуация упрощается и количество классов в учебных дисциплинах при этих факторизациях дает количественное сопоставление дисциплин по выбранному измерению, которое совпадает с отношением классов этих дисциплин.

Пусть, например, учебная дисциплина содержит 150 равнозначных классов по некоторому измерению, а другая учебная дисциплина содержит 153 равнозначных класса по этому же измерению, и классы этих учебных дисциплин равнозначны в соответствии с рисунком 8. В этом случае количество равнозначных классов в рассматриваемых дисциплинах различается на 2% (т.е. (153 – 150)/150)). В этих условиях учебные дисциплины можно считать сопоставимыми по выбранному измерению с точностью до 2%.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рисунок 8 – Представление сопоставления учебных дисциплин по выбранному измерению

В этом примере, если в качестве измерения выбран объем эпистем, то можно согласовывать равномерность изучения учебных дисциплин по объему. Если в качестве измерениявыбрано время изучения, то в результате получаем, что курсы учебных дисциплин имеют примерно одинаковое время для изучения. Таким образом, при 72 часах обучения на один час приходится изучение примерно двух из равнозначных классов эпистем. Это позволяет согласовывать равномерность изучения этих учебных дисциплин по времени. Согласование различных измерений приводит к необходимости проведения планирования как по объему, так и по времени, и в связи с этим появляется необходимость согласования измерения объема с измерением времени. Можно рассматривать любое другое сочетание и количество измерений.

Заметим, что введение различных образовательных технологий оказывает влияние на формирование соответствующих факторизаций, и, таким образом, появляется возможность получать количественные оценки применения и сравнения технологий.

Использование факторизаций позволяет выявлять заведомо слабые или слишком перегруженные учебные дисциплины и давать достаточно точную оценку дифференциации соответствующих учебных дисциплин по уровням сложности. Это можно рассматривать, используя измерения дисциплин, измерения простейших эпистем в этих дисциплинах, количество эпистем в классах факторизаций в рассматриваемых дисциплинах и др.

В случае, когда отношение измерения одной дисциплины к измерению другой дисциплины равно 1, измерение первой дисциплины совпадает с измерением второй дисциплины. В случае, когда измерение одной дисциплины к измерению другой дисциплины не равно 1, измерение первой дисциплины не совпадает с измерением второй дисциплины. Для определенности будем считать, что если измерение первой дисциплины больше измерения второй дисциплины, то первая дисциплина перегружена относительно второй дисциплины или вторая дисциплина заведомо слабее первой дисциплины. И наоборот, если измерение первой дисциплины меньше измерения второй дисциплины, то первая дисциплина слабее второй дисциплины или вторая дисциплина перегружена относительно первой дисциплины.

В случае, когда измерения простейших эпистем для обеих дисциплин равны между собой, а также количество простейших эпистем в классах факторизаций совпадает, тогда отношение измерения первой дисциплины к измерению второй дисциплины совпадает с отношением количества классов соответственно в факторизациях первой и второй дисциплин. Если отношение количества классов в факторизации первой дисциплинек количеству классов в факторизации второй дисциплины равно 1, то дисциплины равнозначны по выбранному измерению. Если отношение количества классов в факторизации первой дисциплинек количеству классов в факторизации второй дисциплины не равно 1, то дисциплины неравнозначны по выбранному измерению, т.е. дисциплина, в которой больше классов факторизации перегружена относительно другой дисциплины, либо другая дисциплина слабее первой.

В случае, когда измерения простейших эпистем совпадают, и при этом также соответственно совпадают для каждой из дисциплин количество классов факторизаций, то отношение измерения первой дисциплины к измерению второй дисциплины совпадает с отношением количества простейших эпистем в классах факторизаций для этих дисциплин. Другими словами, если отношение количества простейших эпистем в классах факторизаций обеих дисциплин равно 1, то дисциплины равнозначны по выбранному измерению. Если отношение количества простейших эпистем в классах факторизаций рассматриваемых дисциплин не равно 1, то дисциплины неравнозначны по выбранному измерению, т.е. дисциплина, в которой больше простейших эпистем перегружена относительно другой дисциплины, либо другая дисциплина слабее первой. Таким образом, в этом случае экспертные оценки по выбранному измерению простейших эпистем позволяют получить оценку сопоставимости рассматриваемых дисциплин.

Рассмотрение таких соотношений для учебных дисциплин позволяет сопоставлять дисциплины различных ступеней и уровней, что может быть использовано при многоуровневом обучении.

Факторизации учебных дисциплин позволяют сопоставлять рассматриваемые дисциплины в различных системах образования (в школах, вузах, при переподготовке и повышении квалификации кадров и т.д.) на одной или нескольких ступенях обучения: например, вузовское образование со средним профессиональным, среднего профессионального с профильным, профильного с общим средним обучением, среднего профессионального с повышением квалификации и т.д.

Например, можно провестисопоставления эпистемодидактических представлений курса математики для двухгодичного и одногодичного потоков, а также ряда специальных курсов по математике СУНЦ НГУ; сопоставлять программы ступени СПОО, Высшего колледжа информатики (ВКИ) НГУ и СУНЦ НГУ; провестисопоставления программ ВКИ НГУ и Факультета информационных технологий (ФИТ) НГУ. Соответствующие эпистемодидактические представления и сопоставления приведены в главе 3 данной работы.

Сравнительный анализ сочетаний систем или подсистем обучения позволяет разрабатывать систему вложения учебных дисциплин, т.е. когда материал дисциплины полностью содержит материал другой учебной дисциплины (других учебных дисциплин), и вложение систем учебных дисциплин, когда базисные эпистемы дисциплины из одной системы полностью содержатся в эпистемах одной или нескольких дисциплин другой системы обучения. Такое соотношение учебных дисциплин назовем «почти непрерывным»: вложение базисных эпистем одной дисциплины в другие позволяет формировать дисциплины взаимосвязанным образом. Построения вложенных дисциплин и выявление их «почти непрерывности» обеспечивает элементы непрерывности обучения и мобильность обучаемых в рамках процесса обучения на разных уровнях и в разных системах обучения.

При рассмотрении обозначений эпистем были приведены примеры факторизаций наук, в т.ч. математики, с условием непрерывности: на каждом шаге эпистема либо сохранялась, либо делилась на меньшие в некотором смысле, тем самым демонстрировался переход от одной факторизации к другой «сверху вниз» (с уменьшением объекта информации). Но возможен и обратный процесс, т.е. восхождение от простых эпистем к более сложным. Начиная построение учебных программ с пунктов, из которых складываются подразделы, разделы, далее из которых формируются подтемы, темы, в результате приходим к учебной программе в целом. Таким образом, подходящие факторизации позволяют сравнивать различные учебные дисциплины и развивать систему кредитов (зачетных единиц) [94, с. 156].

Сравнение факторизаций различных специальностей и направлений позволяет указать на основные моменты, необходимые для определения кредитов (зачетных единиц), которые позволяют выравнивать уровни образования в различных образовательных системах.

При этом важным элементом является предварительный уровень, предполагаемый для изучения каждой конкретной дисциплины. Так, история изучается в школе, изучается в вузе на неисторическом факультете, изучается как дисциплина основной специальности или направления в рамках бакалавриата или магистратуры – во всех этих случаях объем изучаемого материала, количество учебных часов могут быть различными, а в чем-то могут совпадать. При этом факторизации эпистем также могут быть различными, а могут совпадать. Если одна из факторизаций вкладывается в другую или происходит их совпадение, то этим упрощается сравнение курсов.

Как отмечал С.И. Архангельский, «на контроль обучения возлагается три функции: выявление качества усвоения; измерение этого качества в принятых измерительных количественных показателях; оценка результатов» [6, с. 367]. С эпистемодидактической точки зрения контроль учебной деятельности, в первую очередь подразумевает: проверку знаний базисных эпистем, каждая из которых характеризует те или иные наборы эпистем; проверку представлений о разбиении учебного материала на классы эпистем; содержание этих классов эпистем и отношений между ними. Эти требования определяют уровни контроля и оценки учебной деятельности.

Проверка усвоения всех эпистем учебной дисциплины вызывает значительные трудности. В связи с этим, выявление и определение базисных эпистем, разбиений на классы эпистем и содержание эпистем и классов эпистем в изучаемой дисциплине формируется на экспертных оценках специалистов в соответствующей области. Эти оценки позволяют определять минимальные наборы базисных эпистем, входящие в классы, минимальное количество классов эпистем, знание которых отражает специфику усвоения дисциплины в целом. Вопросы контроля тесно связаны с пониманием иерархического строения и разбиений изучаемого материала.

Ярким примером, отражающим факторизации учебного материала, является формирование тестов, контролирующих усвоение и уровень компетенций обучаемых. Если тест содержит 100 вопросов по некоторому блоку содержания (число 100 взято исключительно для наглядности представления), то для того, чтобы давать оценку знаний в процентах от всего теста, необходимо чтобы все вопросы теста были равнозначны (или примерно равнозначны). В этом случае, например, 67 положительных ответов будут характеризовать знание 67% соответствующего блока содержания. В случае, когда вопросы теста не равнозначны, выбирается вопрос, которому присваивается значение «единица», а другим вопросам при помощи экспертных оценок присваиваются различные числовые значения относительно значения «единица». Тем самым, неравнозначность вопросов теста отражает неравнозначность разбиения на классы множеств эпистем соответствующего блока учебного материала и соответствующие количественные характеристики этих блоков. Сумма всех числовых значений, присвоенных вопросам теста, соответствует 100% и позволяет формировать шкалу уровней усвоения и компетенций. В случае, когда тест не соответствует какому-либо разбиению, т.е. некоторые эпистемы пересекаются, можно рассматривать более мелкое разбиение, позволяющее сводить контроль к рассмотренным выше случаям.

Одним из эффективных методов контроля учебной деятельности, выявления отрицаний и противоречий, является процедура тестирования, в заданиях которого наряду с положительными дистракторами (ответами) формулируются отрицательные дистракторы. Обязательное объяснение положительности и отрицательности дистрактора является отражением построения эпистем соответствующего курса или учебной дисциплины.

Тесно связано с контролем процесса обучения использование упражнений. Еще Я.А. Коменский писал: «Первые упражнения начинающих должны вращаться вокруг известного им материала…, первая попытка подражания должна быть самой точной, чтобы… в ней не было отклонения от оригинала» [55]. Тем самым, первоначальные упражнения должны исходить из усвоенных ранее эпистем, и в то же время следует четко придерживаться изучаемых эпистем и строго соблюдать отношения между ними, поскольку все это служит базисом для дальнейшего понимания и усвоения материала. Эти же интерпретации относятся и к дальнейшему обучению, т.к. «формы для выполнения должны быть самыми совершенными, чтобы тот, кто, подражая им, выразил их достаточно верно, мог считаться совершенным в своем искусстве» [Там же].

Сравнение факторизаций различных специальностей и направлений позволяет определить основные моменты, которые позволяют выравнивать уровни обучения в различных образовательных системах. Ряд экспертов считает, что в общей массе при получении высшего профессионального образования нельзя засчитывать дисциплины, изученные при получении среднего профессионального образования. Из этой ситуации есть выход: изменить структуру обучения при получении среднего профессионального образования так, чтобы эта структура была согласована с системой высшего профессионального образования.

В последние двадцать лет в НГУ предпринята попытка перестроить обучение в подразделении – ВКИ НГУ – так, чтобы получение среднего профессионального образования в ВКИ НГУ давало возможность по окончании этого колледжа поступать сразу на третий курс соответствующего факультета. С этой целью были предприняты следующие шаги. Первым шагом была организация Специализированной школы информатики и программирования (СШИП), обеспечивающей единый базовый уровень СПОО. Вторым шагом было выравнивание объема изучаемого материала и количества учебных часов на специальные дисциплины с количеством учебных часов на основных факультетах НГУ. С этой целью профессорско‑преподавательский состав колледжа сознательно формировался из профессорско‑преподавательского состава университета. Привлечение к преподаванию кадров высокой квалификации позволило в короткие сроки произвести соответствующее согласование. Именно этот фактор позволил создать единую основу понятий, терминов, положений и, в целом, знаний. Таким образом, выпускники ВКИ владеют теми же знаниями, что и студенты, оканчивающие второй курс университета, но при этом, в ВКИ они приобретают дополнительные специальные знания уровня среднего профессионального образования. Таким образом, формирование одинакового базиса и наличие единого разбиения в ВКИ НГУ и на факультетах НГУ позволяет реализовать на практике систему непрерывного образования, обеспечивающую получение полного среднего, среднего профессионального и высшего профессионального образования.

Одним из противоречий при сопоставлении учебных дисциплин, изучаемых в средней, средней профессиональной и высшей школах, является различие эпистем, имеющих одинаковое название, но различное содержание (или измерение). Именно поэтому ряд экспертов считает, что в общем случае при получении высшего образования засчитывание дисциплин, изученных при получении среднего или среднего профессионального образования, требует изучения дополнительного содержания. Таким образом, если соответствующие программы обучения и учебные дисциплины согласованы между собой, то содержание эпистем, изучаемых в высшей школе, является развитием содержания эпистем, изучаемых в средней профессиональной школе, а содержание эпистем, изучаемых в средней профессиональной школе, является развитием содержания эпистем, изучаемых в средней общеобразовательной школе. Такой подход обеспечивает действительную непрерывность образования от средней школы до высшей, но при этом может потребовать изучения дополнительного количества эпистем, как в средней, так и в средней профессиональной школе.

В этом случае разбиения учебного материала высшего профессионального образования и среднего профессионального образования на классы эпистем определяют разбиения учебных дисциплин на следующие классы: содержание учебного материала высшей школы включает в себя часть учебного материала, изучаемого в средней профессиональной школе; часть учебного материала, изучаемого в средней профессиональной школе, не включаемого в учебный материал высшей школы. С учетом этих разбиений можно в высшей школе засчитывать учебный материал, изученный при получении среднего профессионального образования. Таким образом, эпистемодидактические исследования содержания образования и организации процесса обучения, включающие рассмотрение разбиений (в т.ч. факторизаций) учебного материала, позволяют разрешить ряд противоречий, возникающих при формировании системы непрерывного обучения, сравнении учебных дисциплин разных уровней и направлений подготовки.

Дополнения к эпистемам среднего профессионального образования позволяют формировать систему повышения квалификации по специальностям среднего профессионального образования (например, для инженерно-технических работников и др.) и строить систему практического бакалавриата на основе развития среднего профессионального образования.

Изучение дополнительных эпистем в средней школе позволяет формировать одни и те же эпистемы на ступенях средней школы и высшего профессионального образования. Изучение комплексных чисел в средней школе приводит к тому, что для обучаемых квадратные уравнения всегда имеют хотя бы один комплексный корень. Но если комплексные числа в средней школе не изучаются, то для обучаемых имеются квадратные уравнения, которые не имеют решений в области действительных чисел (например, уравнение x2+ 1 = 0), тем самым, для этих обучаемых «соответствующие уравнения не имеют корней». В итоге, даже минимальное знакомство с комплексными числами в средней школе позволяет формировать единые эпистемы для среднего и высшего образования.

Таким образом, в параграфе раскрыты различные аспекты, касающиеся формирования разбиений и факторизаций эпистем. Так, рассмотрение составляющих содержания образования и организации процесса обучения предполагает разные степени подробности их представления. При этом особый интерес представляют разбиения на непересекающиеся классы эпистем. Разбиения могут задаваться в связи с реализацией целей обучения, достижением установленных показателей процесса обучения, формами представления учебной информации и т.д. Применение разбиений обуславливает построение иерархий с выбором шага соответствующего построения.

Количественное значение свойства эпистемы представляет собой ее параметр. В качестве параметров могут выступать время изложения, время усвоения эпистемы, объем, уровень изучения и др. Использование параметров позволяет рассматривать различные количественные отношения: параметров эпистем или параметров классов друг к другу, параметров эпистем к параметрам классов, параметров эпистем или параметров классов к параметру учебной дисциплины и др.

По отношению к выбранному параметру могут быть сформированы разбиения на равнозначные эпистемы или равнозначные классы эпистем (т.е. для таких эпистем или классов эпистем количественные значения параметров совпадают). Тем самым, определяется факторизация эпистем по выбранному параметру. Установление равнозначности эпистем достигается договоренностями экспертов.

Равнозначность классов факторизации достигается различными способами, в т.ч. разбиениями на меньшие равнозначные эпистемы по выбранному параметру.

Построение разбиений и факторизаций множеств эпистем позволяют индуцировать эти разбиения и факторизации на подмножества эпистем, и наоборот, распространять разбиения и факторизации с подмножеств на первоначальные множества. Кроме того, разбиение или факторизация вкладываются в другие разбиения или факторизации, если соответствующие классы эпистем из первых разбиений или факторизаций содержатся в подходящих классах вторых разбиений или факторизаций. Для любых двух факторизаций учебной дисциплины существует третья факторизация, классы которой формируют классы исходных факторизаций. В результате открывается возможность построения единой факторизации для любого количества учебных дисциплин.

Исследование факторизаций приводит к рассмотрению измерения учебной дисциплины. Для двух различных учебных дисциплин отношение измерения одной дисциплины к измерению другой дисциплины выражается через отношение измерений простейших эпистем обеих дисциплин, через отношение количества простейших эпистем в классах факторизаций обеих дисциплин, а также через отношение количества классов в факторизации первой дисциплинык количеству классов в факторизации второй дисциплины.

Использование факторизаций позволяет выявлять заведомо слабые или слишком перегруженные учебные дисциплины: если измерение одной дисциплины больше измерения другой дисциплины, то первая дисциплина перегружена относительно второй дисциплины или вторая дисциплина заведомо слабее первой дисциплины.

Установлено, что при проведении контроля существенным является определение наборов базисных эпистем, наборов классов эпистем, знание которых отражает специфику усвоения эпистем дисциплины в целом. Формирование тестов, контролирующих уровень знаний и компетенций обучаемых, отражает факторизации учебного материала.

Исследования факторизаций и вложения базисных эпистем дисциплины из одной системы обучения в эпистемы одной или нескольких учебных дисциплин другой системы обучения позволяют устанавливать такие взаимосвязи и отношения, которые обеспечивают элементы непрерывности, мобильности и выравнивания содержания образования и организации процесса обучения для разных ступеней и уровней обучения в системах образования (в частности, для целей согласования среднего и высшего профессионального образования).

**2.2. Характеристики процесса обучения**

С позиций эпистемодидактики исследование различных характеристик процесса обучения находит отражение при рассмотрении вопросов о восприятии нового учебного материала, формировании эталонов для измерений, изучении зависимостей эпистем от параметров измерений, нормировании и равномерности изучения эпистем учебного материала, при рассмотрении сложности и трудности эпистем, определении продолжительности процесса обучения, рассмотрении вопросов о повторении и контроле изучения эпистем, об использовании информационных и коммуникационных средств обучения и др. Важной задачей в рамках эпистемодидактических исследований также является введение и применение интегральных характеристик учебных дисциплин при проведении количественных измерений и определении в этой связи мультипликативных и относительных характеристик эпистем, предельных значений таких характеристик. В данном параграфе анализируются возможности непрерывного обучения, в связи с чем рассматриваются последовательности расположения эпистем при формировании индивидуальных траекторий обучения, блочно-модульном подходе, исследуются характеристики ступеней и уровней обучения с учетом содержания и взаимосвязей между эпистемами, а также определяются и проводятся сопоставления и сравнения эпистем и множеств эпистем.

В рамках эпистемодидактических исследований рассматриваются различные характеристики процесса обучения [152, с. 39].

Идея передачи знаний является фундаментальной в педагогической науке, поскольку составляет суть процесса обучения. Еще Я.А. Коменский писал, что «всему, что дόлжно знать, нужно обучать» [57, с. 74], другими словами, для того, чтобы обучаемые овладели соответствующими эпистемами, необходим процесс передачи, усвоения и контроля усвоения этих эпистем. Одним из условий обучения является требование, чтобы обучаемый и обучающий при формировании (изложении, усвоении, контроле) новых эпистем использовали эпистемы в одинаковых смыслах, так что «учитель и ученик говорят на одном и том же языке» [55]. Необходимо уметь не только передавать эпистемы другим, но и самому воспринимать новые эпистемы, т.е. «обучение других следует соединять с собственным учением» [Там же].

Формирование знаний у обучаемых и обучающих происходит по‑разному: обучаемый владеет в меньшей степени основами изучаемого предмета, и ему необходимо строить новые знания шаг за шагом, т.е. последовательно осваивать новые эпистемы; обучающему известны основы и их взаимосвязи в рамках изучаемого предмета, тем самым, обучающий дополняет свои знания. Таким образом, имеется необходимость сопоставления различных аспектов восприятия новых эпистем с точки зрения обучаемого и новых эпистем с точки зрения обучающего.

К этому сопоставлению примыкает рассмотрение «внутреннего» и «внешнего» по отношению к предмету. С точки зрения эпистемодидактических представлений это можно интерпретировать в двух смыслах: во-первых, «внутреннее» можно понимать как эпистемы, которыми человек владеет, а «внешнее» как эпистемы вне его знаний; во-вторых, «внутреннее» можно понимать как изучаемые в конкретный момент эпистемы, а «внешнее» как все прочие эпистемы. Я.А. Коменский считал, что «сперва внутреннее» [57, с. 53], т.е. с эпистемодидактической точки зрения необходимо вначале рассматривать эпистемы, которые были усвоены ранее, либо те эпистемы, которые подлежат непосредственному изучению. В то же время, «нужно принимать меры к тому, чтобы оно (образование – *Авт.*) заметно распространялось наружу…, т.е. чтобы все то, что понятно, вместе с тем обучали бы... излагать и должным образом применять на практике» [55], другими словами, должны быть очерчены не только внутренние эпистемы по отношению к предмету, но и эпистемы вне рассматриваемого материала. При этом «все – в постоянной соразмерности между внутренним и внешним» [Там же]. Таким образом, для исследуемых эпистем должны быть определены подходящие методы измерения эпистем, которые позволяют устанавливать соразмерность между внутренними и внешними эпистемами, и, тем самым, позволяют сравнивать эти эпистемы в единых системах измерений как для обучаемых, так и для обучающих.

В различных аспектах человеческой деятельности производятся измерения, сравнения и сопоставления величин. Например, возникают задачи измерения длины, времени, массы, температуры и т.д. В естественных науках при проведении тех или иных измерений используют различные эталоны, например, метр, час, килограмм, градус и т.д. Особую роль в формировании эталонов играют экспертные оценки специалистов.

При помощи приближений и установления границ применимости использования рассматриваемых эпистем формируются не только качественные сравнения, но и исследуются возможности измерения эпистем в том или ином смысле. Тем самым, формируется инструментарий, позволяющий для эпистем определять результаты измерений, устанавливать уровни, выявлять отношения между эпистемами, задавать классы равнозначности и т.д.

Поскольку любое измерение является приближенным с некоторой точностью, то и процесс измерения эпистем в большинстве случаев также является приближенным, однако, измерения позволяют проводить сопоставления, уточняющие качественные оценки эпистем. В каждой из задач эталон, выбираемый для измерения, зависит от поставленной задачи.

Например, при вырезании стекла для рамы размеры стекла обычно указываются в миллиметрах, т.е. с точностью до некоторой части миллиметра. Измерения в сантиметрах (без указания долей сантиметров) не всегда достаточно для того, чтобы вставить вырезанное стекло в раму.

Другой пример: расстояние между городами, измеряемое по железной дороге, по траектории полета самолета и по автомобильной дороге различны: в одном случае рассчитывается протяженность железнодорожного полотна, в другом – протяженность траектории полета, в третьем – протяженность автомобильной дороги; при этом все три измерения существенно отличаются от расстояния, измеренного по поверхности Земли (с учетом ее выпуклости). Все четыре расстояния будут отличаться от расстояния между географическими центрами соответствующих городов, измеренного по прямой. Поэтому расстояние между городами можно указывать с точностью до километров, а иногда с точностью до десятков километров: если расстояния между городами небольшие, то измерения проводят с точностью до километров, а если расстояния большие (например, от Москвы до Владивостока), то их измерения осуществляют с точностью до десятков, сотен или даже тысяч километров в зависимости от формулируемых задач. При полете самолета со скоростью 900 км/ч, самолет пролетает в одну секунду 250 метров, если он делает круг над городом в течение двух минут, то за это время он пролетает 30 километров, поэтому расстояние, измеренное по траектории полета самолета естественно считать, как минимум, с точностью до десятков километров.

Для составляющих содержания учебных программ необходимы измерения объемов учебников, методических пособий, дидактических материалов с точки зрения формирования глав, параграфов, пунктов, страниц и т.д. При рассмотрении процесса обучения обычно определяется время для различных видов обучения (для изучения нового материала, повторения, контроля и др.). Тем самым, возникает необходимость использования эталонов для измерения содержания образования и организации процесса обучения. Формирование эталонов для измерения эпистем относительно объема эпистем (объема изложения, усвоения, повторения, контроля и др.), относительно времени (времени изложения, усвоения, повторения, контроля эпистем) для соответствующих ступеней и уровней обучения определяет введение единиц измерения: учебные часы, пункты программы, страницы пособия и т.д., что позволяет рассматривать количество учебных часов, количество пунктов программы, количество страниц и т.д.

Характеристики эпистемы зависят от ряда параметров, например, от объема, временных характеристик, ступеней и уровней изучения эпистем и др.

Рассмотрим процесс формирования квалификации специалиста определенного уровня. Специалист должен овладеть за определенный период времени заданным набором эпистем, связанных с этим уровнем (например, преподаватель начальной школы должен овладеть эпистемами и взаимосвязями между ними, необходимыми для обучения обучаемых в начальной школе).

Предполагая, что эпистема изучается за определенное время, получаем, что при изменении объема или изменении времени изучения эпистемы, значение количественной оценки эпистемы изменится. Иногда изменения объема и изменения времени происходят пропорционально друг другу. В других ситуациях изменение объема эпистемы происходит неравномерно относительно изменения времени изучения эпистемы (например, изучение происходит на разных уровнях – базовом, углубленном и др.). Таким образом, значение количественной оценки эпистемы зависит от ступени и уровня, на котором изучаются эпистемы.

Для сравнения двух эпистем в качестве эталона может быть выбрана одна из этих эпистем, а вторая сравниваться с ней по выбранному параметру (времени изучения, объему эпистемы, ступени, уровню изучения и др.). Существенными характеристиками эпистем, влияющими на результаты измерений эпистем на разных ступенях и уровнях обучения, являются характеристики, связанные со временем. Эти характеристики могут рассматриваться с точки зрения изложения, с точки зрения усвоения и т.д.

В связи с рассмотрением временных характеристик эпистем возникают проблемы определения оптимума времени процесса обучения для выбираемых эпистем. Так, рассматриваются минимальное время усвоения учебного материала: для конкретного обучаемого; для конкретной группы обучаемых; среднестатистические данные для различных групп обучаемых. Другим примером оптимума времени процесса обучения для группы обучаемых является минимальное время, за которое хотя бы один обучаемый усваивает предлагаемую эпистему (например, подразумевая, что когда усвоит один, то он сможет объяснить всем остальным).

Если одна и та же эпистема используется многократно, то определяется зависимость или частота использования этой эпистемы. При рассмотрении в учебной дисциплине или области знаний повторяющихся эпистем оценивается частота использования каждой из этих эпистем и проводится по этому параметру – частоте использования – сравнение с другой дисциплиной или областью знаний. Например, частоту использования букв алфавита, или отдельных звуков в речи (так, в японском языке отсутствует звук «л», т.е. частота использования звука «л» равна нулю), частоту использования конкретных слов, в математике – частоту использования правил, свойств, теорем, доказательств и других эпистем.

Ю.К. Бабанский отмечает, что «степень интенсивности связей управления зависит от уровня подготовленности учащихся» [8, с. 30]. Другими словами, если связи управления и уровни подготовленности обучаемых имеют количественные характеристики, то существует функция, определяющая соответствующую зависимость.

Предположим, что раздел учебной программы содержит изученные ранее эпистемы (эти эпистемы определяются пунктами раздела программы и отношениями между соответствующими эпистемами), а также содержит новые эпистемы для этого раздела. В результате, после установления отношений между новыми эпистемами, а также отношений, возникающих между новыми эпистемамии изученными ранее эпистемами, формируются эпистемы всего рассматриваемого раздела учебной программы. Для каждого отношения двух эпистем может быть установлено количественное значение параметра (объема, времени, уровня и др.).

Одной из характеристик при изучении новых эпистем является сумма всех параметров отношений между рассматриваемыми эпистемами. Например, если рассматривается время на изложение, тогда для каждого отношения между эпистемами может рассматриваться сумма времени изложения всех отношений между соответствующими эпистемами. В результате, если рассматривается конкретное отношение двух фиксированных эпистем, то соотношение параметра отношений этих эпистем к суммарному параметру отношений всех эпистем определяет, какую долю указанное отношение по выбранному параметру занимает в сумме всех параметров отношений между рассматриваемыми эпистемами. Возможны и другие подходы к нахождению количественных характеристик отношений между эпистемами.

Рассмотрение ранее изученных эпистем и новых эпистем определяет формирование эпистемодидактической иерархии изучения раздела: на первой ступени находятся ранее изученные эпистемы; на второй ступени добавляется одна новая эпистема и отношения этой эпистемы с ранее изученными; на третьей ступени добавляется еще одна новая эпистема и отношения этой эпистемы с ранее изученными и т.д. Тем самым, формирование содержания раздела представляется в виде конечной иерархии эпистем. Наличие у каждой эпистемы в этой иерархии количественного значения параметра (так что параметр рассматривается один и тот же для всех эпистем иерархии) позволяет для любого множества эпистем определить количественное значение этого параметра, равное сумме параметров для всех элементов этого множества. Это дает возможность, например, для двух множеств эпистем из иерархии вычислять различные соотношения между количественными значениями параметров рассматриваемых множеств эпистем (например, абсолютное значение разности параметров множеств эпистем, отношения параметров множеств эпистем друг к другу, параметр объединения множеств эпистем, параметр пересечения множеств эпистем и др.).

Одним из видов зависимостей в процессе обучения является отношение количественного значения параметра эпистемы к количественному значению параметров всех эпистем, входящих в иерархию. Другим видом зависимости является отношение количественного значения параметра эпистемы заданной ступени к количественному значению параметров всех эпистем, находящихся на рассматриваемой и на предыдущих ступенях иерархии. Третьим видом зависимости является отношение количественного значения параметра эпистемы заданной ступени к количественному значению параметров эпистем на этой ступени иерархии. Еще одним видом зависимости является отношение количественного значения параметра эпистемы заданной ступени к количественному значению параметров ряда ступеней иерархии. Возможны и другие варианты зависимостей количественных значений параметра эпистемы к количественному значению параметров ряда эпистем иерархии.

Изучение зависимостей между эпистемами в процессе обучения в целом позволяет рассматривать зависимости между эпистемами при изложении учебного материала, при его усвоении, повторении, в процессе контроля процесса обучения и др. При повторении и практическом использовании изученного учебного материала происходит уточнение отдельных характеристик эпистем и взаимосвязей, поэтому можно оценивать зависимости между эпистемами в этих процессах, подразумевая, что изученные эпистемы находятся на одной ступени иерархии, и для каждой эпистемы определено значение параметра (возможно, новое с учетом того, что материал изучен).

Еще Я.А. Коменский писал, что «всегда должна быть налицо определенная форма и норма того, что дόлжно выполнить» [55]. Необходимость выявления отклонений от эталонов, т.е. от образцов и оригиналов, требует определения единиц измерений, позволяющих сравнивать эпистемы, другими словами, вводить нормирование параметров (т.е. установление допустимых пределов значений параметров при рассмотрении эпистем, оптимумов и др.) с целью формирования и обеспечения необходимой учебной нагрузки обучающих и обучаемых.

Одним из способов представления количественных оценок объемов учебного материала является рассмотрение программы соответствующего курса, в которой каждый пункт определяет одну новую идею для изучения, т.е. одну новую эпистему. В результате, суммарное количество этих эпистем задает количественную характеристику программы учебной дисциплины, что позволяет проводить анализ частей программы, сопоставлять и сравнивать ее с другими программами.

Рассмотрим эпистемы: «определение», «рассуждение» и «формулировка результата». Для каждой из этих эпистем можно определить норму времени изучения: например, «определение» и «формулировка результата» примерно равнозначны (т.е. составляют одну и ту же «единицу времени»), а «рассуждение» может иметь норму в несколькораз большую, чем «определение» или «формулировка результата». Тогда время изучения трех эпистем равно сумме единиц времени для этих трех эпистем. В итоге, можно определять соотношение норм времени для каждой эпистемы к сумме всех норм времени: доля «определения» в общей эпистеме как отношение единиц времени, необходимого на изучение определения, к общей сумме единиц времени трех рассматриваемых эпистем; доля «рассуждения» в общей эпистеме как отношение единиц времени на рассуждение к сумме единиц времени трех эпистем; доля «результата» в общей эпистеме как отношение единиц времени, необходимого на формулировку результата к сумме единиц времени трех эпистем.

В общей ситуации в качестве нормы могут быть выбраны другие характеристики эпистем. Если «определение» имеет некоторую величину «единиц объема», «рассуждение» имеет некоторую другую величину «единиц объема», и «формулировка результата» имеет некоторую третью величину «единиц объема», то суммарная величина объема равна сумме«единиц объема» трех эпистем: определения, рассуждения и формулировки результата. Тогда определяется соотношение величин для каждой эпистемы к сумме всех величин: доля «определения» в общей эпистеме как отношение единиц объема определения к сумме единиц объема трех рассматриваемых эпистем; доля «рассуждения» в общей эпистеме как отношение единиц объема рассуждения к сумме единиц объема трех эпистем; доля «результата» в общей эпистеме как отношение единиц объема формулировки результата к сумме единиц объема трех эпистем.

Пусть заданы некоторые эпистемы. Каждой эпистеме можно поставить в соответствие величину объема и зафиксировать некоторую зависимость. Общий объем этих эпистем равен сумме объемов всех рассматриваемых эпистем. Доля величины объема каждой эпистемы в общем объеме эпистем представляет собой отношение объема эпистемы к сумме всех величин объемов рассматриваемых эпистем.

Предположим, что дисциплина разбита на ряд эпистем, равнозначных единичной эпистеме, и в качестве объема произвольной эпистемы учебной дисциплины рассматривается количество эпистем, равнозначных единичной эпистеме. Если полагать, что учебный год составляет 36 недель, и в каждую из недель обучаемый может осваивать некоторый фиксированный объем эпистем, равный количеству эпистем, равнозначных единичной эпистеме, то суммарное количество всех эпистем за учебный год составляет произведение 36 недельна фиксированный объем эпистем, причем равнозначных единичной эпистеме в рассматриваемой дисциплине. В итоге, равнозначные эпистемы должны быть распределены таким образом, чтобы в каждую из недель обучения суммарное количество эпистем, равнозначных единичной эпистеме, в среднем, должно быть близко к значению 1/36 общего объема эпистем. Этим обеспечивается равномерность изучения учебного материала.

Одним из способов получения равномерности изучения материала является также построение разбиений и факторизаций с учетом фиксированного измерения эпистем. Определение измерения эпистемы требует задания единичной эпистемы, т.е. эпистемы, измерение которой равно 1. Затем определяются значения измерения для других эпистем по отношению к этой единичной эпистеме (что задается экспертными оценками).

Количественные значения измерения, в определенном смысле, зависят от форм процесса изучения эпистем: изложения, усвоения, контроля и т.д. Этим задаются значения измерения в связи с видами процесса изучения эпистем: изложением эпистем впервые, при повторном изучении, при изучении эпистем в различных взаимосвязях и т.д. В результате, можно рассматриватьсуммарноеколичественное значение измерения для дисциплины по каждой из форм и по каждому виду процесса изучения эпистем, а также суммарноеколичественное значение измерения для дисциплины в целом, кроме того, долю соответствующей формы изучения эпистем при изложении эпистем впервые, при повторном изучении, при изучении эпистем в различных взаимосвязях, и долю соответствующего вида процесса изучения эпистем при изложении, усвоении и контроле.

Изменения соответствующих значений измерения эпистем влечет изменение зависимостей между формами и видами изучения эпистем.

Одной из характеристик эпистем в обучении является их трудность (от слова «трудный», т.е. «требующий большого труда, усилий, напряжения» [178, с. 706]). С этой точки зрения рассматривается трудность эпистемы, как качества и признаков, составляющих отличительную особенность эпистемы, обуславливающих необходимость больших усилий при работе с этой эпистемой, т.е. необходимость приобретения или наличия определенных эпистем, необходимость продолжительности усвоения, необходимость разбиения на более мелкие (простые) эпистемы и установления отношений между ними и т.д.

Еще одной из характеристикой эпистем является их сложность (от слова «сложный», т.е. «состоящий из нескольких частей, многообразный по составу входящих частей и связей между ними;... трудный, запутанный» [Там же, с. 635]). В определенном контексте, сложность эпистемы является более широким понятием, чем трудность эпистемы. Другими словами, понятие сложности эпистемы подразумевает составленность из нескольких эпистем, многообразие по составу входящих эпистем и связей между ними, различного вида трудности и взаимосвязи между эпистемами.

Количественные характеристики эпистем позволяют определять различные виды сложности, зависящие как функции от количества эпистем и отношений (связей между этими эпистемами). Если взять количество эпистем и количество отношений между этими эпистемами, то это количество заданных эпистем и отношений является одной характеристик сложности. В определенном смысле, сложность эпистемы (т.е. определение эпистем ее составляющих и отношений между ними) позволяет определять оценки трудности эпистемы. Тем самым, качественные и количественные оценки эпистем позволяют выявлять «недогруженные» и «перегруженные» учебные дисциплины, давать оценки дифференциации дисциплин, выравнивать дисциплины между собой, устанавливать соответствия с заданным эталоном, формировать уровни изучения эпистем.

Образовательная деятельность связана с учебной нагрузкой, т.е. количественной характеристикой процесса образования, в частности, включающей оценку продолжительности обучения.

С точки зрения обучаемых продолжительность обучения: раскладывается на ступени обучения (начальное, среднее и др.); составляет изучение нового и повторение пройденного материала, практическое использование этого учебного материала (с учетом параметров изучаемых эпистем); характеризуется количеством времени, в течение которого выполняется образовательная деятельность с учетом суммарной оценки периодов обучения за урок, неделю, месяц, четверть, триместр, учебный год и др.

С точки зрения обучающих продолжительность обучения дополняется подготовкой к процессу передачи знаний. Продолжительность подготовки к процессу обучения сравнима с самим процессом обучения: она может занимать столько же времени, или, возможно, в несколько раз больше. Например, при обязательной 40-часовой рабочей неделе учебная нагрузка обучающих составляет 18 академических часов (т.е. 13,5 астрономических часов), а учебная нагрузка обучаемых – 36 академических часов в неделю (т.е. 27 астрономических часов). Это объясняется тем, что обучающие помимо изложения учебного материала, тратят значительную часть своего рабочего времени на подготовку к процессу реализации учебной нагрузки. Это, в совею очередь, обуславливается тем, что обучающим необходимо рабочее время на определение необходимых эпистем, выявление соответствующих отношений (взаимосвязей, зависимостей, иерархий и др.) между этими эпистемами для конкретного процесса обучения с учетом ранее изученного учебного материала при формировании компетенций, знаний, умений, навыков.

Нагрузку обучающих естественно рассматривать с учетом уровней обучения (базового, углубленного, профильного и др.) на одной ступени образования. Этим обуславливается необходимость повышения квалификации обучающих при переходе к более высоким уровням обучения.

В 2010 году в Новосибирской области были организованы губернаторские специализированные классы (спецклассы) по математике для учащихся 8–11 классов. Для организации обучения на базе Государственного автономного учреждения дополнительного профессионального образования «Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования» (НИПКиПРО) и СУНЦ НГУ были составлены и реализованы программы курсов повышения квалификации для учителей математики таких классов [84] с учетом [53; 92]. При формировании программ, рассчитанных на 108 академических часов, было определено количество эпистем, необходимых для изучения – в среднем, по 2−3 эпистемы на один академический час (таблица 11).

Таблица 11 – Описание программы курсов повышения квалификации учителей специализированных классов по математике

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Кол-во эпистем углубленного уровня | Кол-во эпистем профильного уровня | Суммарное  кол-во эпистем |
| Элементы логики и теории множеств | 14 | 14 | 28 |
| Математическая индукция и ее применения | 10 | 9 | 19 |
| Целые числа. Основы теории чисел | 8 | 8 | 16 |
| Рациональные и действительные числа | 9 | 9 | 18 |
| Пределы последовательностей и функций | 10 | 10 | 20 |
| Производная и ее применения | 8 | 8 | 16 |
| Элементарные функции | 12 | 12 | 24 |
| Площадь и объем | 14 | 13 | 27 |
| Комплексные числа и многочлены | 16 | 16 | 32 |
| Избранные вопросы планиметрии | 2 | 1 | 3 |
| Элементы стереометрии | 9 | 8 | 17 |
| Элементы аналитической геометрии | 8 | 7 | 15 |
| Элементы теории вероятностей | 3 | 3 | 6 |
| Итого: | 123 | 118 | 241 |

На основе эпистемодидактических представлений формируются разбиения на эпистемы углубленного и профильного уровней, образуя иерархии эпистем учебного материала, имеющие не менее двух уровней, что обеспечивает необходимую подготовку для преподавания в классах углубленного обучения и профильных классах. В результате, учителя математики, прошедшие эти курсы, овладели необходимым материалом углубленного и профильного уровней, что позволяет успешно вести учебные занятия в соответствующих классах.

Повторение изученных эпистем имеет, по крайней мере, две целевые установки: во‑первых, обеспечить «входное» повторение, т.е. напоминание эпистем, рассмотренных на предыдущих этапах обучения с целью освоения новых эпистем и связей между эпистемами; во‑вторых, повторить эпистемы, рассматриваемые непосредственно в заданной дисциплине в настоящий момент времени, т.е. повторное воспроизведение (восстановление) непосредственно изучаемых эпистем.

«Входное» повторение эпистем, изученных на предыдущих этапах обучения, происходит по‑разному для обучаемых и обучающих. Обучающим известны основы и их взаимосвязи в рамках изучаемого предмета, поэтому в процессе повторения обучающие обращают особое внимание на базисные эпистемы, на которых базируется соответствующая учебная дисциплина. Тем самым, обучающие формируют для себя «внутренний конспект» повторяемых эпистем. С другой стороны, обучаемые должны владеть не только базисными эпистемами, но и знать взаимосвязи между этими эпистемами и изученными ранее эпистемами, тем самым, представлять «общую архитектуру» эпистем в разделе учебной дисциплины, рассматривавшемся ранее. Этим и определяется последовательность повторения изученного материала для обучающих и обучаемых.

Осуществление контроля также имеет двойной характер: проведение «входного» контроля, т.е. контроля изученных ранее эпистем, и «выходного» контроля, т.е. контроля эпистем, множеств эпистем и отношений между ними, рассматриваемых в заданном разделе учебной дисциплины в настоящий момент времени. При проведении контроля изучаемых эпистем определяются не только знания эпистем и отношений между ними, но и степень владения этими эпистемами и отношениями, т.е. умение применять на практике полученные знания (компетенции).

Таким образом, проведение сопоставительного анализа различных разновидностей повторения и контроля учебного материала в заданной дисциплине в каждый конкретный момент времени предполагает сопоставление «входного» и «выходного» контроля, формирование оценок результатов обоих видов контроля, внесение необходимых корректив в изложение учебного материала и в процедуры повторения, включая «входное» повторение и повторное воспроизведение и др.

Особое место в процессе обучения занимают информационные и коммуникационные средства обучения, которые могут использоваться на всех ступенях и уровнях процесса обучения.

Это создает дополнительную нагрузку на обучающих, т.к. необходимо в новых условиях осваивать дополнительные эпистемы и взаимосвязи между ними, обусловленные не только изучаемой дисциплиной, но и особенностями этих новых средств обучения. Кроме того, требуются значительные усилия для реализации представлений об эпистемах и взаимосвязях между эпистемами в рамках процесса обучения с использованием информационных и коммуникационных средств обучения, включая компьютеры, электронные доски и т.д., обеспечения наглядности, полноты, систематичности изложения учебного материала и др. С другой стороны, информационные и коммуникационные средства обучения позволяют снизить нагрузку обучающих при осуществлении контроля и организации повторения изученных эпистем.

С точки зрения обучаемых процесс обучения облегчается за счет возможностей более широкого обеспечения наглядности, полноты, систематичности изложения учебного материала и др., а также неоднократного использования ресурсов изложения и контроля изучаемого материала, т.к. изучаемые эпистемы могут быть представлены в более доступной форме.

Использование информационных и коммуникационных технологий при изучении отдельных эпистем иногда увеличивает продолжительность процесса обучения, и при этом не всегда понижает трудность или сложность изучаемых эпистем. Тем не менее, использование информационных и коммуникационных технологий с точки зрения обучаемого в целом дает несомненный выигрыш во времени при изучении рассматриваемых эпистем.

Применение информационно-коммуникационных технологий в образовании приводит к необходимости инновационных постановок и решений проблем формирования новых образовательных систем. В частности, одной из таких проблем является проблема выбора базисных эпистем, отношений между ними, и, тем самым, изменение схем мышления и построение новых образовательных траекторий. Соответствующие построения последовательностей эпистем, отношений и взаимосвязей между этими эпистемами позволяют создавать и воспринимать новые идеи, проявлять, сопровождать и развивать творческие способности в современном мире. Так, создаваемые в интернете открытые образовательные сайты, порталы и сети позволяют: переходить на иные способы обучения и сертификации освоения эпистем; получать в широком доступе лучшие образцы изложения учебного материала, тем самым, способствуют качественно новому уровню изложения эпистем, развитию индивидуальных творческих способностей, формированию различных уровней мотивированности и компетенций в процессе обучения. В целом, это требует значительных изменений в методических подходах и развитии эпистемодидактических представлений содержания образования и организации процесса обучения.

В качестве примера приведем образовательную платформу «Курсера» (Coursera) [258] – один из проектов университетского интернет-образования, представляющий (на октябрь 2015 года) более 1400 учебных курсов лучших вузов мира, объединяющий более 130 учебных заведений и организаций и более 15 миллионов пользователей этой системы.

Рассмотрим далеее интегральные характеристики учебных дисциплин, исследование которых также представлено в работе [107, с. 39].

Рассмотрим учебную дисциплину. Пусть известно количественноеизмерение эпистем, входящих в дисциплину. Другими словами, если выбрать некоторую эпистему в учебной дисциплине, то существует значение количественного измерения этой эпистемы в рассматриваемой дисциплине.

Предположим, что существует такая эпистема, что значение ее количественного измерения равно 1. Такую эпистему будем называть единичной эпистемой для количественного измеренияучебнойдисциплины.

Пусть задана последовательность эпистем учебной дисциплины. Тогда для каждой эпистемы рассматривается некоторое измерение. Назовем сумму значений количественных измерений всех эпистем дисциплины интегральной характеристикой эпистем дисциплины, определяемой последовательностью соответствующих измерений. Если измерения являются измерениями одного и того же вида, то получаем интегральную характеристику эпистем для рассматриваемого измерения. Для каждой эпистемы получаем интегральную характеристику по соответствующим измерениям.

Предположим, что для каждого измерения существует такая эпистема, что значение количественного измерения этой эпистемы равно 1. В этом случае каждую такую эпистему будем называть единичной эпистемой для соответствующего измерения учебной дисциплины. Тем самым, для каждого измерения определяется соответствующая единичная эпистема (для некоторых измерений единичные эпистемы могут совпадать, а могут быть различными).

Пусть для некоторого измерения и для некоторой эпистемы учебной дисциплины определено значение количественного измеренияэтой эпистемы. Тогда по отношению к единичной эпистемезначение количественного измерения эпистемы равнопроизведению этого количественного измерения эпистемы на количественное измерение единичной эпистемы. Если выбрана некоторая базисная эпистема, и для нее известно некоторое измерение, то количественное измерение базисной эпистемы прямо пропорционально единичной эпистеме.

Одним из видов измерений эпистем является время их изучения. Различные единичные эпистемы различных измерений изучаются, вообще говоря, за различное время. Пусть задана некоторая единичная эпистема для некоторого измерения, и известно время изучения этой эпистемы. Рассмотрим некоторую эпистему учебной дисциплины. Для этой эпистемысуществует значение некоторого количественного измерения. Предположим, что выбранное измерение и измерение времениобладают тем свойством, что измерение времени соответствует произведению времени изучения единичной эпистемы на выбранное количественное измерение эпистемы. Это предположение означает, что выбранное измерение и измерение времени, в определенном смысле, прямо пропорциональны.

Пусть задана некоторая эпистема и ее количественные измерения, для которых известно время изучения единичных эпистем по каждому измерению, тогда сумму произведений времени изучения единичных эпистем на количественные измерения для заданной эпистемы назовем интегральным значением времени изучения эпистемы по соответствующим измерениям этой эпистемы.

Рассмотрим набор эпистем учебной дисциплины, каждая из которых рассматривается по соответствующим измерениям. Пусть известно время изучения единичных эпистем для каждого измерения, при этом также известно значение количественного измерения каждой эпистемы, тогда сумму произведений времени изучения единичных эпистем на соответствующие количественные измерения эпистем назовем интегральным значением времени изучения (или мультипликативной характеристикой) этих эпистем по соответствующим измерениям.

Если учебная дисциплина содержит некоторый набор эпистем и значения количественных измерений для этих эпистем равны между собой, то мультипликативная характеристика этих эпистем представляет собой произведение количественного измерения эпистем на время изучения единичных эпистем.

Если дисциплина содержит набор различных эпистем, каждая из которых рассматривается по соответствующим измерениям, и время изучения каждой единичной эпистемы одно и то же, то мультипликативная характеристика эпистем равна произведению времени изучения единичной эпистемы и количественного измерения соответствующих эпистем.

Если учебная дисциплина содержит набор эпистем, каждая из которых рассматривается по соответствующим измерениям, и значения количественных измерений каждой эпистемы равны между собой, а время изучения каждой единичной эпистемы одно и то же, то мультипликативная характеристика рассматриваемого набора эпистем представляет собой произведение времени изучения единичной эпистемы, количественного измерения эпистем и количества эпистем в наборе, другими словами, мультипликативная характеристика учебной дисциплины пропорциональна количеству эпистем в этой дисциплине. Для этого случая, если произведение количественного измерения эпистем на время изучения единичных эпистем равно 1, то мультипликативная характеристика дисциплины совпадает с количеством эпистем в этой дисциплине.

Пусть задана некоторая эпистема, для которой известно ее количественное измерение и время изучения этой эпистемы. Тогда значение отношения количественного измерения эпистемы ко времени ее изучения назовем трудозатратами изучения этой эпистемы по соответствующему измерению в заданное время, а значение отношения времени изучения эпистемы к количественному измерению этой эпистемы назовем трудоемкостью времени изучения эпистемы по соответствующему измерению. Иногда трудозатраты и трудоемкость будем называть относительными характеристиками эпистемы (или нормами изучения эпистемы в зависимости от выбора количественного измерения). Заметим, что нормы изучения эпистем определяются постановками конкретных задач процесса обучения. В связи с этим, для эпистем рассматриваются: нормы изложения, нормы усвоения, нормы повторения, нормы контроля и др.

Пусть задан набор эпистем, которые имеют соответствующие количественные измерения и каждая из которых изучается за некоторое время. Тогда:

* + функцию отношения измерения эпистем к времени их изучения будем называть функцией трудозатрат изучения эпистем для заданного времени изучения каждой эпистем и соответствующих значений измерений;
  + функцию отношения времени изучения эпистем к их измерению будем называть функцией трудоемкости изучения эпистем для заданных значений измерений и соответствующих значений времени.

Иногда функцию трудозатрат и функцию трудоемкости будем называть производными функциями эпистем.

Исследование зависимостей трудоемкости и трудозатрат показывает, что для каждой эпистемы отношение трудозатрат к трудоемкости равно 1, т.е. трудоемкость и трудозатраты изучения эпистемы взаимнообратны, что позволяет устанавливать равномерное распределение по измерению эпистем или равномерное распределение по времени изучения эпистем, и тем самым, находить оптимальные соотношения между трудоемкостью и трудозатратами изучения эпистем учебной дисциплины в целом.

Эпистему можно изучать за одно время, а можно за вдвое большее время. С некоторого момента наступает насыщение, после которого восприятие этой эпистемы практически не изменяется. Если известно время изложения эпистемы и время ее усвоения, то время насыщения при изучении этой эпистемы можно рассматривать как сумму времени на изложение и времени на усвоение эпистемы. Например, если известновремя изложения доказательства и время его усвоения, тосумма этих величин является временем насыщения при изучении этого доказательства.

Для разных людей время изложения, время усвоения и время насыщения могут быть различны, но можно выявить некоторую усредненную величину, и в зависимости от этого определять усредненные уровни изложения, усвоения и др.

Одной из временных характеристик является время понимания эпистемы (время понимания подразумевает установление отношений между эпистемами). Например, рассмотрим время понимания отношения «>» («больше») между тремя эпистемами I, II, III – натуральными числами, записанными в римской нумерации. Вначале рассматривается отношение неравенства II>I, где есть эпистема, обозначенная «I», эпистема, обозначенная «II», и эпистема, обозначающая отношение «>», установленное между эпистемами «I» и «II». Если эпистемы «I» и «II» являются известными, то потребуется некоторое время для установления отношения «>» между этими эпистемами (например, по количеству символов «I» в записи чисел I и II, или по расположению на числовой оси при положительном направлении «вправо»: чем правее от нуля – тем большее число). Аналогичная ситуация происходит с эпистемами, обозначаемыми числами II и III. Однако, установление отношения III>I требует дополнительного времени понимания этой эпистемы (как отношения), поскольку здесь возникает новое правило (новая эпистема) – транзитивность: «если *А*>*В*, *В*>*С*, то *А*>*С*». Эпистемы, характеризующие это правило, требуют дополнительного времени для его понимания и усвоения. В то же время, рассматриваемая новая эпистема позволяет упростить понимание отношения «>» для других натуральных чисел.

Время на изучение эпистемы зависит от целей, которые ставятся в процессе обучения: для одних эпистем важно время их изложения; для других более существенным является время их понимания; для третьих – время на усвоение; для четвертых – время для формирования компетенций и др. В частности отметим, что с этим можно связать ступени восприятия и умственной переработки учебного материала, которые определял в свое время В. Ратке [181, т. 3, с. 643].

Для функцийтрудозатрат и трудоемкости изучения эпистем определяются оптимальные границы их использования. Увеличение значения измерения эпистемы при фиксированном времени приводит к увеличению трудозатрат и уменьшению трудоемкости, а увеличение времени изучения эпистемы при фиксированном значении измерения эпистемы приводит к уменьшению трудозатрат и увеличению трудоемкости изучения эпистемы. Начиная с некоторого момента при фиксированном значении измерения эффективность изучения эпистемы остается практически неизменной: увеличение времени не приводит к более качественному изучению эпистемы по выбранному измерению(«лучше не изучишь»), что позволяет определять предельное значение времени для изучения эпистемыпо выбранному измерению. Таким образом, определяется предельное значение трудозатрат, т.е. предельное значение отношения количественного измерения эпистемы ко времени ее изучения. С другой стороны, при фиксированном времени изучения эпистемы измерение этой эпистемы ограничено на данной ступени образования («больше не изучишь»), поэтому и в этом случае существует предельное значение измерения эпистемы для времени ее изучения. Таким образом, определяется предельное значение трудоемкости, т.е. отношение времени изучения эпистемы к количественному измерению рассматриваемой эпистемы. Аналогично, определяются предельные значения трудозатрат и трудоемкости для эпистем в процессах изложения, усвоения, повторения, контроля и др. При планировании содержания образования и организации процесса обучения предельные значения трудозатрат и трудоемкости определяются экспертными оценками.

Пусть учебная дисциплина содержит набор эпистем, каждая из которых имеет соответствующее количественное измерение и время изучения эпистемы. Сумма предельных значений трудозатрат для всех эпистем учебной дисциплины, т.е. сумма отношений предельных значений измерений каждой эпистемы к предельным значениям для времени изучения этих эпистем является интегральной характеристикой трудозатрат изучения учебной дисциплины.

Пусть учебная дисциплина содержит набор эпистем, каждая из которых рассматривается по соответствующим измерениям и известныпредельные значения для времени изучения этих эпистем.

Тогда для трудозатрат получаем соотношения:

если значения количественных измерений равны между собой, то сумма трудозатрат равна произведению количественного измерения эпистем на сумму отношений измерения единичной эпистемы ко времени изучения эпистем;

если время изучения эпистем для некоторого измерения одно и то же, то сумма трудозатрат равна произведению отношения измерения единичной эпистемы ко времени изучения эпистем на сумму количественных измерений эпистем;

если значения количественного измерения равны между собой, и время изучения эпистем для соответствующих измерений одно и то же, то сумма трудозатрат равна произведению количества эпистем на отношение количественного измерения ко времени изучения.

если при этом отношение количественного измерения ко времени изучения эпистем равно 1, то трудозатраты по этой дисциплине равны количеству эпистем в учебной дисциплине.

Сумма предельных значений трудоемкости учебной дисциплины для всех эпистем учебной дисциплины, т.е. сумма отношений предельных значений для времени изучения каждой из эпистем к предельным значениям измерений этих эпистем является интегральной характеристикой трудоемкости изучения учебной дисциплины.

Пусть учебная дисциплина содержит различные эпистемы, каждая из которых рассматривается по соответствующим измерениям и известны предельные значения для времени изучения эпистем.

Тогда для трудоемкости получаем соотношения:

если значения количественных измерений эпистем равны между собой, то сумма трудоемкости равна произведению отношения измерения единичной эпистемы к количественному измерению на время изучения эпистем;

если время изучения эпистем для соответствующего измерения одно и то же, то сумма трудоемкости равна произведению времени изучения на отношение измерения единичной эпистемы к количественному измерению эпистем;

если значения количественных измерений эпистем равны между собой, и время изучения этих эпистем для соответствующих измерений одно и то же, то сумма трудоемкости эпистем учебной дисциплины равна произведению количества эпистем на отношение времени изучения к количественному измерению эпистем;

если при этом, отношение времени изучения к измерению эпистемы равно 1, то сумма трудоемкости равна количеству эпистем в этой учебной дисциплине.

В результате получаем, что если время изучения эпистем одно и то же и равно 1, и количественные значения измерения эпистем равны между собой и также равны 1, все эпистемы являются единичными эпистемами по соответствующим измерениям, и по предельным значениям для времени изучения рассматриваемых эпистем, то интегральные относительные характеристики эпистем и интегральная мультипликативная характеристика эпистем для дисциплины совпадают с количеством эпистем в этой дисциплине.

Таким образом, если учебная дисциплина разбита на единичные эпистемы (т.е. каждая из эпистем может быть выбрана в качестве единичной эпистемы, другими словами, эти эпистемы равнозначны единичной эпистеме) для соответствующих измерений, каждая из которых изучается за единицу времени, то интегральные характеристики учебной дисциплины равны количеству этих единичных эпистем учебной дисциплины.

Такое свойство мультипликативной и относительных характеристик эпистем показывает, что использование разбиений и факторизаций эпистем позволяет получать количественные характеристики эпистем при формировании содержания образования и организации процесса обучения в зависимости от количества эпистем.

Урок, учебная неделя, учебный год и другие учебные интервалы ограничены во времени. Поэтому возникает проблема изучения набора эпистем учебной дисциплины за определенное время. При рассмотрении эпистем дисциплины, их измерений и уровней (базового, углубленного, профильного и др.) возникают зависимости между значениями количественных измерений эпистем и уровнями изучения. Например, если *k* единичных эпистем изучаются за некоторую единицу времени для выбранного измерения, а в другом случае за эту же единицу времени изучаются *k*+1 единичная эпистема по выбранному измерению, то происходит либо уменьшение значения соответствующего измерения, либо понижение уровня эпистем. В связи с этим, если требуется сохранение уровня, измерения и времени, то возникает необходимость изменения методик обучения.

Интегральные характеристики эпистем позволяют исследовать иерархические построения содержания образования и организации процесса обучения в зависимости от того, что лежит в основе формирования иерархии (количество базисных эпистем, отношений эпистем и др.).

В следующей главе рассматриваются эпистемодидактические представления методики преподавания математики в общеобразовательной школе, предложенной Ю.М. Колягиным и др. [53], в котором определены пять ступеней построения методики: 1) принципы, методы, формы и средства обучения математике…; 2) методы и формы обучения математике…; 3) типология методов и форм обучения математике…; 4) методы изучения…; 5) научные методы изучения математики… [Там же, с. 293] и т.д. На пятом уровне находятся эпистемы, принимаемые в определенный момент за элементарные (базисные). Из этих элементарных эпистем при переходе на следующую ступень складываются более общие эпистемы. Путем нескольких переходов выстраиваются в целом «принципы, методы, формы и средства обучения математике», которые при таком рассмотрении можно считать элементом первой ступени иерархии. Таким образом, строится представление с использованием интегральных мультипликативных и относительных характеристик в виде иерархии на основе базисных эпистем варианта методики преподавания математики.

Процесс обучения с точки зрения эпистемодидактических представлений состоит из последовательностей включений, пересечений, объединений, дополнений, отношений, иерархических построений эпистем и множеств эпистем [131, с. 59].

Некоторые ступени, уровни или виды обучения подразумевают перечисление, описание эпистем без установления связей между ними. Например, таблица сложения для однозначных натуральных чисел в младших классах заучивается наизусть без выявления глубинных свойств натуральных чисел. Такой подход к обучению, когда эпистемы изучаются вне связей с другими изучаемыми в этой области эпистемами, является разрывным и при определенных условиях – несвязным. При несвязном процессе обучения последовательность расположения эпистем практически не влияет на содержание образования и организацию процесса обучения. Например, изучение чисел (натуральных, целых, дробных и др.) и измерений отрезков связаны между собой, однако, отдельные аспекты этих теорий можно изучать в разной очередности, т.е. в различных последовательностях: можно рассматривать каждую эпистему различных теорий в отдельности, а можно – в постоянном сопоставлении тех и других эпистем. При дальнейшем изучении чисел и измерений соответствующие эпистемы оказываются связанными и взаимодополняющими.

При рассмотрении аксиоматического подхода к обучению, т.е. изучению аксиом, последовательность рассмотрения одних аксиом может не зависеть от рассмотрения других аксиом. Однако, при построении теории появляются отношения между эпистемами и становится существенным порядок расположения и использования аксиом. Например, если для некоторых эпистем не установлено, являются ли они следствиями аксиом, это может оказаться недостаточным для построения теории, т.е. для рассмотрения новых эпистем. Так, если нет определения равенства геометрических фигур на плоскости, то затруднительно рассуждать о признаках равенства треугольников.

Согласованность эпистем рассматривается в различных смыслах, подразумевая включения, дополнения, отношения, иерархические построения эпистем и множеств эпистем и др. При переходе от одной ступени или уровня обучения к другим выстраиваются новые связи и отношения между изученными эпистемами (возможно, не связанными ранее). Таким образом, процесс обучения в отдельных сегментах становится связным (согласованным). Согласованность эпистем должна иметь место не только на одной ступени и уровне изучения учебной дисциплины, но и согласованность эпистем, рассматриваемых на разных ступенях и уровнях обучения, также является существенным элементом рассмотрения взаимосвязей и отношений эпистем для данной учебной дисциплины. Выявление связей и отношений между эпистемами, расположенными на различных ступенях и уровнях обучения, позволяет формировать дополнительные эпистемы, их отношения и т.д., а также выстраивать различные регламентированные последовательности изучения эпистем, что позволяет формировать различные аспекты непрерывности процесса обучения с учетом взаимосвязей и отношений рассматриваемых эпистем.

Одним из важнейших свойств или характеристик согласованности эпистем является непротиворечивость эпистем. Будем считать, что эпистемы противоречивы (противоречат друг другу), если существование одной исключает существование другой. Другими словами, эпистемы не могут существовать одновременно. Если отношения связности между эпистемами учебной дисциплины приводят к противоречию (несогласованности эпистем), то необходимо разрешить это противоречие и проанализировать изучение учебного материала, начиная с основ учебной дисциплины.

Рассмотрим два утверждения: первое – «два плюс двенадцать равно четырнадцати» (в арифметике) и второе – «два плюс двенадцать равно двум» (показания на циферблате часов). Если рассматривать часы с двадцатичетырехчасовым циферблатом, то для таких часов первое утверждение справедливо, а для часов с двенадцатичасовым циферблатом первое утверждение не верно, но верно второе утрвеждение. Таким образом, для каждого из рассматриваемых утверждений существует модель, в которой соответствующее утверждение справедливо.

Снова рассматриваем два утверждения: первое – «на плоскости через точку можно провести единственную прямую, параллельную данной прямой» и второе – «на плоскости через точку можно провести две прямых, параллельных данной прямой». Если рассматривать евклидову плоскость, то первое утверждение верно, а если рассматривать геометрию Лобачевского, то в ней верно второе утверждение. Таким образом, для каждого из рассматриваемых утверждений также существует модель, в которой соответствующее утверждение справедливо.

При формировании мотивированности и индивидуальных траекторий обучения возникает необходимость учитывать склонности, способности и одаренности обучаемых.

Рассмотрим традиционные краткие определения. «Склонность – направленность человека на занятие определенной деятельностью» [181, т. 3, с. 858]. «Способность – свойство личности, имеющее существенное значение при выполнении той или иной деятельности» [Там же, т. 4, с. 111]. «Одаренность – высокий уровень развития способностей человека, позволяющий ему достичь особых успехов в определенных областях деятельности» [Там же, т. 3, с. 186]. «Гениальность – высшая степень одаренности, выражающаяся в творчестве, имеющем для жизни общества историческое значение» [Там же, т. 1, с. 498].

С эпистемодидактической точки зрения эти понятия характеризуются следующим образом: склонность – это ориентированность на освоение определенных эпистем; способность – это умение осваивать эпистемы на уровне выше базового; одаренность – по сравнению с проявлением способностей –определяется освоением эпистем более высокого уровня или большего количества эпистем; гениальность – это одаренность, позволяющая не только осваивать известные эпистемы, но и формировать новые (возможно, неизвестные ранее) эпистемы более высоких уровней.

Одним из способов развития мотивированности обучаемых является развитие дифференциации обучения, т.е. применение вертикальной и горизонтальной непрерывности и согласованности системы обучения. Это обеспечивается: привлечением дополнительных эпистем учебных дисциплин той же ступени или того же уровня обучения, например, для математики – использованием математических задач повышенной сложности или задач, возникающих в курсе информатики (логических и др.) и т.д.; привлечением дополнительных эпистем более высокого уровня, включая новые теоретические разделы, расширяющие знания на этой ступени обучения; использованием эпистем учебного материала с ориентацией на сообразительность и т.д. В результате, развитие дифференциации системы обучения позволяет, в частности, формировать индивидуальные образовательные траектории.

Вариантом построения содержания образования и организации процесса обучения с учетом блочно-модульной организации является построение, опирающееся на формирование эпистем, объединенных отношениями, зависимостями, иерархиями и др. Блочно‑модульный подход задает целостность эпистем внутри модулей и блоков, а также отношения между этими модулями и блоками. Примерами могут служить учебные дисциплины, специализации, направления обучения и др. в контексте функционально объединенных эпистем.

Одним из примеров в российской практике образования является формирование учебных программ в учреждении среднего профессионального образования – ВКИ НГУ, в которых согласованы:

1 ступень – программы дисциплин, изучаемых в старших классах средней общеобразовательной школы;

2 ступень – программы курсов среднего специального образования по информатике (на уровне техникума);

3 ступень – программы обучения по направлению практического бакалавриата в области информатики;

4 ступень – программы по некоторым направлениям бакалавриата на механико-математическом (ММФ), физическом, экономическом факультетах и ФИТ НГУ.

«Базовым уровнем (ступенью – *Авт.*) является двухгодичное обучение в СШИП, где помимо общеобразовательных предметов программы средней школы студенты изучают теоретические курсы по IT (информатика, методы программирования, архитектура ЭВМ, операционные системы), а также приобретают практические навыки программирования» [24]. Вторая ступень является наиболее важным в процессе обучения. Здесь происходит профессиональное формирование специалиста, поэтому значительное время отводится специальным курсам: компьютерной графике, ГИС-технологиям, языкам программирования и др. Третья ступень непрерывной образовательной модели в комплексе «ВКИ НГУ − НГУ» дает возможность специалисту-технику получить высшее образование по соответствующему направлению практического бакалавриата в сокращенные сроки. Четвертая ступень позволяет получать высшее образование на ступени магистратуры факультетов университета.

Типичными примерами являются построение учебных курсов в рамках обучения в 9‑12 классах средней школы США и переход к системам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры в американских вузах. Одним из способов согласования учебных программ на ступени среднего образования и в колледжах служит стандартизация программ обучения: «Стандарты... являются четким указателем на пути к цели обеспечения готовности учащихся к поступлению в колледж и будущей карьере» [120, с. 109; 255, с. 4]. Этим объясняется, что «знания, навыки и практические умения, важные с точки зрения готовности к поступлению в колледж и будущей карьеры, включены в основное содержание математических стандартов» [130, с. 109; 255, с. 84], на которые нацелены Общие основные государственные стандарты (Common Core State Standards (CCSS)) в области математического образования. При таком построении открывается возможность определения траекторий изучения эпистем как цепочек связанных последовательных эпистем при помощи формирования модулей или блоков учебных программ и процесса обучения с учетом ступени, направления, уровня обучения и т.д. В частности, при изучении курсов колледжей и университетов в рамках старших классов общеобразовательной школы или в рамках летних школ этих колледжей и университетов соответствующие курсы засчитываются при дальнейшем обучении.

Изучение модулей и блоков в определенной последовательности будем называть образовательной траекторией или траекторией изучения эпистем. Формирование траекторий изучения эпистем предполагает наложение ряда ограничений, определяемых различными общекультурными и научными областями знаний, необходимостью функционирования человека в обществе и профессиональной среде. Этим определяются требования к минимальным (в зависимости от выбираемых целей) наборам эпистем, составляющим соответствующие образовательные модули и блоки. Согласование траекторий изучения эпистем может происходить в пределах отдельных дисциплин, наборов дисциплин, направлений или систем обучения. С другой стороны, можно рассматривать согласование траекторий изучения эпистем, представляющих модули и блоки из различных дисциплин, направлений или систем обучения. Таким образом, траектории могут формироваться внутри модулей и блоков, в то же время, различные траектории могут иметь общие составляющие, т.к. формирование траекторий определяется поставленными целями обучения, в частности, возможностями обеспечения непрерывности обучения и т.д. Сопоставление эпистем, модулей, блоков, траекторий, имеющих общие составляющие на различных ступенях и в различных системах обучения, позволяет соблюдать горизонтальную и вертикальную непрерывности обучения и формировать условия мобильности в образовательной среде.

Ступени и уровни обучения можно рассматривать по-разному. С одной стороны, рассматриваются ступени образования (в частности, дошкольное, начальное, среднее, высшее, поствузовское образование), которые иногда называются уровнями обучения (в зависимости от контекста рассмотрения). С другой стороны, рассматриваются уровни обучения на одной ступени образования, которые характеризуются трудностью и сложностью изучаемых эпистем в учебных дисциплинах, т.е. представляют из себя базовое и разновидности углубленного обучения на этой ступени обучения.

Ряд авторов школьных учебников полагает, что «изучение математики на первом уровне «предполагает овладение таким минимумом знаний и умений, которые необходимы каждому культурному человеку. Второй уровень развивает и дополняет первый уровень, тесно с ним связан и содержит часть материала для углубленного изучения математики. Он позволяет обеспечить умения и навыки, необходимые для успешного продолжения обучения в вузе. Третий уровень рассчитан на воспитание профессионального интереса к математике и сознательное овладение логикой рассуждений» [51, с. 6].

Традиционно рассматриваются несколько подходов к формированию углубленных уровней обучения по отношению к базовому уровню, которые различаются по количеству часов и по количеству изучаемых эпистем.

*Вариант 1.* При обучении на углубленном уровне количество эпистем увеличивается пропорционально количеству часов на изучение и эпистемы углубленного уровня сопоставимы по объему и трудности с эпистемами базового уровня.

*Вариант 2.* При обучении на углубленном уровне увеличивается количество эпистем, сопоставимых по объему (наполнению) и трудности с эпистемами базового уровня, при неизменном количестве часов на изучение.

*Вариант 3.* При обучении на углубленном уровне количество часов на изучение и количество эпистем остаются неизменными, но значительно увеличивается объем и возрастает трудность изучаемых эпистем относительно эпистем базового уровня.

*Вариант 4.* При обучении на углубленном уровне происходит увеличение количества эпистем, значительно расширяющих объем и трудность базовых эпистем, и при этом количество часов на изучение также возрастает.

Рассмотренные варианты определяются при помощи экспертных оценок.

В результате, поставив в соответствие количеству эпистем количество часов на их изучение, рассчитывается время на изучение одной эпистемы для каждой темы в программе, что позволяет анализировать и сравнивать эпистемы, дисциплины и программы между собой.

Заметим, что распределение времени на изучение каждой эпистемы в различных программах может быть неравномерно. Такая неравномерность может объясняться, в частности, разной наполняемостью эпистем, входящих в соответствующую тему. В частности, некоторые эпистемы могут даваться в рамках заданной программы только в пределах определений, другие изучаться гораздо более развернуто и глубоко.

Названия тем в содержании программ базового и углубленного уровней могут совпадать, однако, в углубленной программе увеличение количества изучаемых эпистем достигается за счет расширения количества эпистем в отдельных темах, а для других тем количества эпистем могут совпадать, а объемы и трудность изучения эпистем могут быть одинаковыми или разными.

Под традиционной системой обучения будем подразумевать образовательную систему, воспринимаемую общественным сознанием как устоявшуюся и основанную на традициях, сохраняющихся в силу общественных отношений на протяжении определенного периода времени.

Изменение общественных отношений, появление новых идей, формирование новых обычаев, взглядов, вкусов, образа действий приводит к необходимости воспринимать новые категории и соответственно вносить изменения в традиционную систему обучения. Это влечет за собой выявление и установление дополнительных взаимосвязей между эпистемами и множествами эпистем внутри образовательных систем.

Примером может служить появление интегративных курсов обучения: с одной, стороны, объединение эпистем физики, астрономии, химии, биологии и др. в эпистемы естествознания, а с другой стороны, установление новых связей и отношений между этими эпистемами в рамках традиционной системы обучения.

Такие изменения могут повлечь за собой появление новых систем обучения, дополняющих традиционную систему, или формирование новых систем, независимых от традиционных. Например, принципы заочного и дистанционного обучения коренным образом отличаются от очного обучения. В то же время, заочное обучение расширяет систему очного обучения и приводит к привлечению новых эпистем и отношений между эпистемами. Система дистанционного обучения является следующим шагом развития заочной (в т.ч. и традиционной) системы обучения.

Инновационные системы изложения материала и обучения приводят к горизонтальной и вертикальной дифференциациям систем образования. Горизонтальная дифференциация процесса обучения определяется включениями, объединениями, пересечениями, дополнениями, разбиениями эпистем в рамках одной ступени образования (года или периода обучения, включая деление на четверти, триместры, полугодия и др.). Вертикальная дифференциация определяется ступенями образования с учетом возрастных особенностей (группы классов, в частности, дошкольное обучение, 1‑4 классы, 5–7 классы, 8–9 классы, 10–11 классы). Горизонтальное и вертикальное деления являются условными и иногда оказываются близкими: рассмотрение по блокам может предполагать как горизонтальную, так и вертикальную дифференциации.

Под традиционным (базовым) обучением подразумевается обучение по примерным программам, определяемым федеральным органом управления образованием (в настоящее время – Министерством образования и науки РФ).

Под профильным обучением подразумевается интенсификация базового обучения по отдельным дисциплинам с возможным увеличением учебных часов, углубленным изучением эпистем, представляющих отдельные разделы учебных дисциплин. Существенное различие между базовым и профильным обучением в значительной степени состоит в объемах, разбиениях и отношениях рассматриваемых эпистем. При профильном обучении дополнительные эпистемы являются расширениями эпистем, представляемых Примерными программами.

Под специализированным обучением подразумевается обучение, предполагающее углубленное теоретическое изучение эпистем и применение изученного материала со значительным увеличением количества учебных часов. Значительным отличием профильного от специализированного обучения является существенное увеличение объема и количества эпистем, их усложнение, тем самым, введение новых классов эпистем, которые, с одной стороны, содержат в основе Примерные программы обучения, а с другой стороны, существенно расширяют изучаемые эпистемы, множества эпистем и отношения между ними. В определенном смысле, специализированное обучение – это обучение, которое проецируется изучением материала с более высоких ступеней образования.

Из соображений удобства будем называть: профильное обучение в 5–7 классах – допредпрофильным обучением; профильное обучение в 8–9 классах – предпрофильным обучением; профильное обучение в 10–11 классах является профильным обучением в традиционном понимании. Точно также специализированное обучение в 5–7 классах будем называть допредспециализированным, специализированное обучение в 8–9 классах – предспециализированным, специализированное обучение в 10–11 классах является специализированным обучением в традиционном понимании.

Исходя из этого, рассматриваются три вертикали: вертикаль базового обучения, вертикаль профильного обучения и вертикаль специализированного обучения. Различие в выборе вертикали обучения, в частности, определяется психологическими особенностями детей соответствующего возраста: существенными различиями в образном и вербальном восприятии эпистем, способностями формирования и восприятия переходов от конкретного к абстрактному и от абстрактного к конкретному, т.е. выстраивание отношений между изучаемыми эпистемами, а также особенностями запоминания эпистем и др. Развитие по той или иной вертикали обучения, переходы с одной вертикали на другую определяются мотивациями учащихся, проявлениями их склонностей и способностей, возможностями системы обучения и влияют на формирование целей обучения.

Наполнения эпистем системы общеобразовательной школы, профильного обучения, специализированного обучения, среднего специального обучения, высшей школы, определяют дополнения эпистем при переходе от одной ступени или одного уровня обучения к другим в соответствии с рисунком 9. Тем самым, определяются необходимые дополнения для формирования иерархии эпистем в системе непрерывного обучения.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | 1 ступень иерархии. Общеобразовательная школа (базовый уровень обучения) |
|  |  |  |  | 2 ступень иерархии. Профильное обучение | |
|  |  |  | 3 ступень иерархии. Специализированное обучение | | |
|  |  | 4 ступень иерархии. Среднее профессиональное обучение | | | |
|  | 5 ступень иерархии. Высшая школа | | | | |
| Другие ступени иерархии. Дальнейшее развитие и обучение | | | | | |

Рисунок 9 – Сопоставление эпистем различных уровней и ступеней обучения

Количественную оценку, которая сопоставляется эпистеме, назовем объемом этой эпистемы. Эпистемы, объем которых условно равен 1, служат эталонами для измерений объема эпистем. Сумму объемов всех эпистем, входящих в рассматриваемую дисциплину, назовем интегральным объемом учебной дисциплины. Сопоставление, аналогичное приведенному на рисунке 9, можно продолжить или представить в другом виде для конкретных эпистем.

Если разбить эпистемы на более мелкие, то объемы новых эпистем определяются объемами дополнительных эпистем к первоначальной эпистеме или эпистемам предыдущей ступени или уровня, т.е. соответствующими приращениями. Таким образом, начиная с любой ступени или уровня, открывается возможность строить непрерывную систему обучения на основе исследования приращений эпистем и приращений их объемов. В этом контексте объем дисциплины представляет собой объем суммы всех эпистем этой дисциплины.

Представления приращений на каждой ступени (уровне) обучения происходит в соответствии с сопоставлениями эпистем, что изображено на рисунке 10: А) к эпистемам первой ступени происходит приращение эпистем соответственно 2, 3, 4, 5 и 6 ступеней обучения; Б) к эпистемам второй ступени происходит приращение эпистем соответственно 3, 4, 5 и 6 ступеней обучения; В) к эпистемам третьей ступени происходит приращение эпистем соответственно 4, 5 и 6 ступеней обучения; Г) к эпистемам четвертой ступени происходит приращение эпистем соответственно 5 и 6 ступеней обучения; Д) к эпистемам пятой ступени происходит приращение эпистем соответственно 6 ступени обучения; Е) дальнейшее развитие эпистем. Таким образом, эпистемодидактические исследования позволяют строить иерархии непрерывной системы обучения на основе приращений эпистем, начиная с любой ступени (уровня).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А) |  |  |  |  |  |  | Б) |  |  |  |  |  | В) |  |  |  |  | Г) |  |  |  | Д) |  |  | Е) |
|  |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  | 6 |  |  |  | 6 |  |  | 6 |  | 6 |
|  |  |  |  | 5 |  |  |  |  |  | 5 |  |  |  |  | 5 |  |  |  | 5 |  |  | 5 |  |  |  |
|  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  | 4 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 3 |  |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рисунок 10 – Приращения эпистем по ступеням (уровням) обучения

Если каждая ступень обучения содержит эпистемы всех предыдущих ступеней, то, например, эпистемы второй ступени состоят из двух частей: одна часть – это эпистемы первой ступени, вторая часть – приращения к эпистемам первой ступени, при этом эпистемы первой и второй ступеней должны быть согласованы. При переходе от одной ступени к другой некоторые эпистемы могут быть отброшены, что определяется экспертными оценками. В результате, отдельные эпистемы одной ступени могут не иметь приращений ни на одной из последующих ступеней.

Например, знание операций сложения и умножения, освоенное в общеобразовательной школе, может не нуждаться в дополнительных знаниях законов сложения и умножения чисел, т.е. не нуждаться в дальнейших приращениях эпистем.

В некоторых случаях приращения, полученные на определенных ступенях, не входят в состав эпистем последующих ступеней обучения.

Умение решать олимпиадные задачи при подготовке математиков в вузе в незначительной степени влияет на подготовку в вузе. Однако, умение решать олимпиадные задачи расширяет общую культуру обучаемых и позволяет им осваивать новые эпистемы математических дисциплин с меньшей нагрузкой. В данном случае, обучение на пятой ступени включает в себя приращения к первой, второй, третьей и четвертой ступеням за исключением ряда эпистем, относящихся к олимпиадным задачам, которые носят специфический характер (эпистемы 1.а, 2.а, 3.а, 4.а), т.е. остаются эпистема 1.б и соответствующие приращения 2.б, 3.б и 4.б, что изображено на рисунке 11. Заметим, что при изучении эпистем на шестой ступени может оказаться необходимым изучить все или некоторые из эпистем 1.а, 2.а, 3.а, 4.а.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | 6 |
|  |  |  |  | 5.б |  |
|  |  |  | 4.б |  | 4.а |
|  |  | 3.б |  |  | 3.а |
|  | 2.б |  |  |  | 2.а |
| 1.б |  |  |  |  | 1.а |

Рисунок 11 – Пример формирования эпистем с учетом отбрасывания части эпистем на последующих ступенях

Понятие «объема эпистемы» позволяет формировать количественные оценки учебных дисциплин, анализировать и сравнивать их. Рассматривая часть дисциплины как самостоятельную дисциплину, можно применять этот подход для количественных оценок частей дисциплины. Тем самым, введение понятия объема эпистемы позволяет определять пропорциональную зависимость отдельных частей и самой дисциплины. В результате, общая количественная оценка дисциплины (общий ее объем) совпадает с суммой количественных оценок частей дисциплины (суммой объемов ее частей).

Аналогично, можно рассматривать объем эпистемы при переходе с одной ступени на другую, в результате которого вместо первоначальной эпистемы получаем ее расширение. Например, если известен объем базисной эпистемы на первой ступени, и объем расширенной эпистемы следующей ступени, то разница между объемами является дополнением базисной эпистемы до расширенной эпистемы, или другими словами, расширенная эпистема образуется дополнением к базисной эпистеме. Если известен объем расширенной эпистемы на некоторой ступени и известно дополнение к этой эпистеме до эпистемы следующего уровня, то объем эпистемы следующей ступениможно представить в виде суммы объема эпистемы предыдущей ступени и соответствующего дополнения. В итоге, на некоторой ступени получаем, что объем эпистемы равен сумме объема базисной эпистемы и соответствующих дополнений до той ступени, на которой находится рассматриваемая эпистема.

Таким образом рассматривается изменение объема эпистемы при переходе от одной части учебной дисциплины к другой, а также при переходе от одной ступени (уровня) обучения к другой ступени (другому уровню) обучения.

В случае, когда объем эпистемы равен базисной эпистеме и равен соответствующим дополнениям*,* тогда объем базиснойэпистемы на первой ступени представляет собой некоторое количественное значение, на второй ступени получаем удвоенное количественное значение и т.д., т.е. объем эпистемы на некоторой ступени равен произведению номера ступени и объема базисной эпистемы первой ступени.

Эпистемодидактические представления учебных дисциплин в виде простейших эпистем и приращений к ним позволяют формировать разбиения эпистем и дают возможность формировать факторизации по ступеням и уровням обучения, а также сопоставлять различные разделы учебных дисциплин между собой (в т.ч. с использованием понятия объема эпистем).

Ступени общего образования, среднего профессионального образования и высшего образования определяют уровни и запасы знаний обучаемых. Обучение на каждой ступени образования формирует «приращение» знаний, другими словами, расширение или углубление усвоенных ранее эпистем, а также изучение новых эпистем, связанных с выбранной профессией, специальностью или направлением обучения. Это приращение знаний происходит как в рамках изучения общепредметных дисциплин, так и в рамках специальных учебных дисциплин и курсов [117, с. 100].

Рассмотрим сопоставления объемов эпистем, изучаемых на ступенях общего образования, среднего профессионального образования, на ступени бакалавриата и на ступени магистратуры. Можно говорить, что объем эпистем, изучаемых в бакалавриате, формируется объемом эпистем, изучаемых на ступени общего образования, и приращением, получаемым при переходе со ступени общего образования на ступень бакалавриата; с другой стороны, объем эпистем, изучаемых в бакалавриате, формируется объемом эпистем, изучаемых на ступени среднего профессионального образования и приращением, получаемым при переходе со ступени среднего профессионального образования на ступень бакалавриата. Объем эпистем, изучаемых в магистратуре, формируется объемом эпистем, изучаемых на ступени бакалавриата и приращением, получаемым при переходе со ступени бакалавриата на ступень магистратуры. В качестве следствия рассматриваются соотношения: объем эпистем, изучаемых в магистратуре, формируется объемом эпистем, изучаемых на ступени общего образования, и приращением, получаемым при переходе со ступени общего образования на ступень бакалавриата, а также приращением, получаемым при переходе со ступени бакалавриата на ступень магистратуры; с другой стороны, объем эпистем, изучаемых в магистратуре, формируется объемом эпистем, изучаемых на ступени среднего профессионального образования, и приращением, получаемым при переходе со ступени среднего профессионального образования на ступень бакалавриата, а также приращением, получаемым при переходе со ступени бакалавриата на ступень магистратуры.

Заметим, что приращения на ступени бакалавриата относительно ступеней общего образования или среднего профессионального образования различаются, и каждое понятие имеет свой смысл в зависимости от контекста.

Рассмотрим соотношения наполнения эпистем в зависимости от уровня знаний и квалификации: учащегося и учителя, студента и преподавателя, аспиранта и научного руководителя в соответствии с рисунком 12.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| учащийся |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | студент |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | аспирант |  |  |  |  |
| учитель |  |  |  |  |  | преподаватель |  |  |  |  |  | руководитель |  |  |  |  |

Рисунок 12 – Сопоставление эпистем в зависимости от знаний и квалификации.

Если предполжить, что наполнение эпистемы для учителя, преподавателя и научного руководителя примерно одинаковы, то получается сопоставление наполнения соответствующих эпистем для учащегося, студента и аспиранта.

Одним из вариантов определения объемов эпистем является формирование зачетных единиц (кредитов). Рассмотрим сопоставления зачетных единиц для дисциплин, изучаемых на ступени среднего профессионального образования, на ступени бакалавриата и на ступени магистратуры. Количество зачетных единиц на ступени бакалавриата складывается из количества зачетных единиц, получаемых на ступени среднего профессионального образования, и приращения, получаемого при переходе со ступени среднего профессионального образования на ступень бакалавриата. Количество зачетных единиц на ступени магистратуры складывается из количества зачетных единиц, формируемых на ступени бакалавриата, и приращения, получаемого при переходе со ступени бакалавриата на ступень магистратуры. В качестве следствия можно говорить о том, что количество зачетных единиц на ступени магистратуры складывается из количества зачетных единиц, формируемых на ступени среднего профессионального образования, приращения, получаемого при переходе со ступени среднего профессионального образования на ступень бакалавриата, а также приращения, получаемого при переходе со ступени бакалавриата на ступень магистратуры.

Рассмотрения объемов эпистем дают возможность получать количественные характеристики, позволяющие формировать системы кредитов (зачетных единиц) с учетом различных ступеней образования.

Предположим, что зафиксирована некоторая единичная эпистема, которую принимаем за единицу измерения эпистем (измерение может производиться с учетом объема материала, времени изучения, ступеней, уровней обучения и т.д.). Будем такую эпистему называть эпистемодидактической единицей измерения. Для некоторой эпистемы значениеееобъема, выраженное через объем эпистемодидактической единицы, будем называть взвешенным объемом этой эпистемы. Эти вопросы рассматриваются в работах [132, с. 187; 136, с. 203; 150, с. 62; 169, с. 205].

Предположим, что при изучении эпистемы: на первом (базовом) уровне выбранная эпистема приравнивается к одной эпистемодидактической единице; на втором (углубленном) уровне эта эпистема представляет собой произведение некоторого коэффициента на эпистемодидактическую единицу, т.е. рассматриваемая эпистема на втором уровне в соответствующее число раз больше первоначальной эпистемы, выбранной за единичную; для изучения этой же эпистемы на третьем уровне (по отношению ко второму уровню) эпистема будет составлять в соответствующее число раз больше эпистемодидактических единиц, т.е. представлять собой произведение единичной эпистемы на коэффициент для второго уровня и на коэффициент для третьего уровня по отношению ко второму.

Пусть изучается:

на базовом уровне обучения некоторое количествоэпистем первого уровня, а также некоторое количество эпистем второго уровня и некоторое количество эпистем третьего уровня, необходимых для согласованного изложения и усвоения учебного материала (представляющих собой определения понятий и отдельные формулировки без доказательств, относящиеся соответственно к углубленному и профильному уровням обучения);

на углубленном уровне обучения (в дополнение к эпистемам, изученным на базовом уровне) некоторое количество эпистем второго уровня, а также некоторое количество эпистем третьего уровня, необходимых для согласованного изложения и усвоения учебного материала (представляющих собой определения понятий и отдельные формулировки без доказательств, относящиеся к профильному уровню обучения);

на профильном уровне обучения (в дополнение к эпистемам, изученным на базовом и углубленном уровнях) некоторое количество эпистем третьего уровня.

Вообще говоря, уровней обучения может быть любое количество. Например, в некоторых американских школах количество уровней учебных дисциплин доходит до пяти и больше [256; 257].

Количественные характеристики позволяют сопоставлять учебный материал базового, углубленного и профильного уровней. Коэффициенты, используемые в расчетах, зависят от измерения учебного материала (например, времени изучения и др.). Все это определяется спецификой конкретной учебной дисциплины. В третьей главе приведены примеры распределения количества эпистем по годам и уровням обучения для многоуровневых учебников по математике в общеобразовательной школе.

Использование аналогичных расчетов и рассуждений (с учетом экспертных оценок) позволяет сравнивать различные учебники по одной или нескольким дисциплинам, а также программы курсов, стандарты, проводить сравнение различных систем обучения и т.д.

Непрерывность процесса обучения может обеспечиваться в нескольких направлениях:

1) между учебными дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на одной ступени или уровне обучения – назовем горизонтальной непрерывностью (или горизонтальной согласованностью) обучения;

2) между учебными дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на разных ступенях и уровнях обучения – назовем вертикальной непрерывностью обучения (или вертикальной непрерывностью);

3) комбинации горизонтальных и вертикальных непрерывностей обучения назовем общей непрерывностью процесса обучения.

Горизонтальной непрерывностью образования является множество эпистем, изучаемых в традиционных общеобразовательных школах по отношению к множествам эпистем, изучаемых в лицеях или гимназиях. В результате обучения в каждом из указанных образовательных учебных заведений выпускник получает единый аттестат о среднем образовании, т.е. с точки зрения общественных отношений, знания выпускников этих заведений содержат близкие множества эпистем (например, по математике). Тем самым, горизонтальная непрерывность обучения подразумевает формирование близких множеств эпистем, позволяющих единым образом их сертифицировать.

Рассмотрения, приведенные в этом примере, можно распространить на другие ступени обучения в рамках горизонтальной непрерывности обучения на каждой ступени, начиная с дошкольного обучения и воспитания и заканчивая аспирантурой и другими формами образования.

Рассмотрим пример несогласования Федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по двум специальностям: 1) 09.02.02 «Компьютерные сети» [193, с. 81] и 2) 44.02.02. «Преподавание в начальных классах» [194, с. 32]. Для первой специальности предполагаются умение решать дифференциальные уравнения и знание линейной алгебры и аналитической геометрии, но отсутствуют умение выполнять приближенные вычисления и знание этапов развития понятий натурального числа и нуля; для второй специальности предполагаются умение выполнять приближенные вычисления и знание этапов развития понятий натурального числа и нуля, но отсутствуют умение решать дифференциальные уравнения и знание линейной алгебры и аналитической геометрии. Таким образом, для обеспечения горизонтальной непрерывности рассматриваемых специальностей требуется формирование дополнительных экспертных оценок.

Вертикальная непрерывность обучения реализуется в процессе обучения с учетом внутренних взаимосвязей эпистем и представляет собой расширение эпистем, изучаемых на предыдущих ступенях. Эпистемы, формируемые на разных ступенях обучения (в начальной школе, на ступенях основного общего образования, среднего (полного) общего образования, в бакалавриате, магистратуре, аспирантуре и т.д.), вообще говоря, подразделяются на каждой ступени на три категории:

1) эпистема является простейшей или является расширением эпистем предыдущих ступеней обучения;

2) эпистема является новой, не рассматривавшейся на предыдущих ступенях обучения и не противоречит изученным ранее эпистемам;

3) эпистема является новой, не рассматривавшейся на предыдущих ступенях обучения, но противоречит ранее изученным эпистемам.

В первом случае в дополнение к известным свойствам и отношениям эпистем изучаются новые свойства и отношения эпистем. Во втором случае рассматриваются новые эпистемы таким образом, чтобы они не вступали в противоречие с изученными ранее эпистемами. Заметим, что рассмотрение непротиворечивых эпистем сохраняет и уточняет объект изучения. В третьем случае рассмотрение противоречащих друг другу эпистем приводит к вырождению системы. Это влечет за собой пересмотр изученных ранее эпистем. Тем самым, приходим к рассмотрению различных систем обучения, поскольку противоречивые эпистемы требуют рассмотрения различных моделей (систем) обучения (например, «формализм» И. Гербарта и «инструментализм» Дж. Дьюи). Таким образом, непрерывное изучение новых эпистем требует их согласованности (непрерывности) и непротиворечивости на различных ступенях обучения. Во всех случаях множества эпистем на более высоких ступенях обучения являются развитием множеств эпистем, изученных на предыдущих ступенях обучения и при этом должна сохраняться логическая последовательность изложения эпистем. Расширение при вертикальной непрерывности обучения может осуществляться за счет привлечения эпистем из других систем обучения, т.е. относиться либо к той же ступени обучения, либо к более низким, либо к более высоким ступеням.

Например, рассмотрение натуральных чисел предшествует рассмотрению дробей (в т.ч. конечных десятичных дробей), что, в свою очередь, предшествует рассмотрению действительных чисел (включая, например, конечные и бесконечные десятичные дроби) и т.д. Построение теории действительных чисел является иллюстрацией расширения и непротиворечивости с эпистемами предыдущих ступеней обучения.

Другой пример: для аксиоматики евклидовой геометрии и аксиоматики неевклидовой геометрии существуют соответствующие модели, противоречащие друг другу. В евклидовой плоскости через точку проходит единственная прямая, не пересекающаяся с данной прямой. Существует неевкидова плоскость, в которой через точку проходят несколько прямых, не пересекающихся с данной прямой. Получаемое противоречие приводит к выбору соответствующей геометрии и определяет направление формирования эпистем.

Реализация свойства общей непрерывности процесса обучения является одной из характеризаций высшего образования: изучение дисциплин происходит во всех взаимосвязях эпистем. Например, построение различных теорий прикладной математики подразумевает, с одной стороны, изученными эпистемы на предыдущих ступенях обучения, а с другой стороны, учитывает взаимосвязи с «соседними» изучаемыми дисциплинами, т.к. это закладывается в учебный план и программы обучения по соответствующим направлениям, специализациям, специальностям и т.д. Таким образом, построение последовательности расположения эпистем при изучении и непрерывность обучения тесно взаимосвязаны между собой.

Рассмотрим различные вложения образовательных систем на примерах обучения в бакалавриате и в магистратуре. Выпускник магистратуры должен знать учебный материал бакалавриата и магистратуры, т.е. полный курс магистратуры включает в себя все эпистемы, осваиваемые в ходе обучения в бакалавриате и магистратуре.

Соотношения между эпистемами бакалавриата и магистратуры определяются тем, что: I) часть эпистем бакалавриата и магистратуры совпадают, а некоторые эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам бакалавриата; II) все эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам бакалавриата, что изображено на рисунке 13.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Множества эпистем бакалавриата | |  |
|  | Общая часть |  |
|  | Множества новых эпистем магистратуры | |

Рисунок 13 – Соотношение эпистем бакалавриата и магистратуры

Рассмотрим взаимозависимоcти множеств эпистем по двум направлениям бакалавриата и одному направлению магистратуры. Возможны следующие случаи соотношений непрерывности множеств эпистем бакалавриатов и магистратуры:

1) для каждого направления бакалавриата часть эпистем магистратуры и бакалавриата совпадают, а некоторые эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам соответствующего бакалавриата;

2) для одного направления бакалавриата часть эпистем магистратуры и бакалавриата совпадают, а некоторые эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам рассматриваемого направления бакалавриата, и все эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам другого направления бакалавриата;

3) все эпистемы магистратуры являются новыми по отношению к эпистемам первого и второго направлений бакалавриата.

Аналогичные рассуждения позволяют выявлять закономерности формирования и соотношения эпистем бакалавриата и магистратуры, обеспечивая непрерывность изучения соответствующих эпистем, получать описания этой непрерывности с эпистемодидактической точки зрения, применяя соотношения I и II к любому набору направлений бакалавриата по отношению к одной общей магистратуре, а также нескольких магистратур и некоторого количества бакалавриатов.

Эпистемодидактические исследования включают сопоставления содержания образования и организации процесса обучения [141, с. 21]. Рассмотрим виды соотношений при сопоставлении учебных дисциплин.

1. Учебные дисциплины не имеют общих эпистем.

*Вариант А.*Учебные дисциплины являются «близкими» друг к другу (количество эпистем примерно совпадает).

*Вариант Б.* Учебные дисциплины являются «далекими» друг от друга (количество эпистем существенно различается).

1. Учебные дисциплины имеют общие эпистемы.

*Вариант В.*Учебные дисциплины являются «близкими» друг к другу.

*Вариант Г.* Учебные дисциплины являются «далекими» друг от друга.

Для случая 1, когда дисциплины не имеют общих эпистем в соответствии с рисунком 14, при помощи экспертных оценок, которые являются результатом договоренностей различных специалистов, определяется, являются ли дисциплины «близкими» друг к другу (вариант А) или «далекими» друг от друга (вариант Б). Экспертные оценки формируются на сопоставлении базисных эпистем, множеств эпистем, отношений между ними и зависят от иерархий построения учебного материала и количественных характеристик соответствующего учебного материала.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дисциплина I |  | Дисциплина II |

Рисунок 14 – Сопоставления дисциплин, не имеющих общих эпистем

Например, при рассмотрении курса математики и курса русского языка наборы эпистем в некотором смысле не содержат общих элементов, поэтому являются ли курс математики и курс русского языка «близкими» друг к другу или «далекими» друг от друга зависит от построения учебного материала и его количественных характеристик.

Для случая 2, когда дисциплины имеют общее множество эпистем в соответствии с рисунком 15, рассмотрим в первой дисциплине множество, дополняющее общее множество двух дисциплин до множества эпистем первой дисциплины, а во второй дисциплине рассмотрим множество, являющееся дополнением к общему множеству двух дисциплин до множества эпистем второй дисциплины. В этом случае соответствующие дополнения не имеют общих эпистем и поэтому можно рассматривать являются ли эти множества «близкими» друг к другу или «далекими» друг от друга, как в случае 1. Ясно, что если с точки зрения экспертных оценок дополнения являются «близкими» друг к другу, то и дисциплины «близки» друг к другу (вариант В), а если с точки зрения экспертных оценок дополнения являются «далекими» друг от друга, то и дисциплины «далеки» друг от друга (вариант Г). И в этом случае сопоставления дисциплин зависят от иерархий построения учебного материала и количественных характеристик соответствующего учебного материала.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дисциплина I | |  |  | Дисциплина II | |
|  | Общее множество для дисциплин I и II | | | |  |
|  | |  |  |  | |

Рисунок 15 – Сопоставления дисциплин с общим множеством эпистем

Например, учебные программы по математике для общеобразовательных школ США с 2010 года в 44 штатах формируются в соответствии с Общими стандартами математического образования. При этом обучение с 1 по 8 класс предполагается примерно по одной и той же общей содержательной части. Начиная с 9 класса, обучение определяется по направлениям (алгебра, геометрия, начала анализа и др.), но сопоставимым между собой с точки зрения экспертных оценок [120, с. 109; 255].

Другой пример: при рассмотрении прямоугольной системы координат исследуются различные свойства: наличие симметрии, параллельность и перпендикулярность прямых и отрезков и др. Пусть для двух теорий известен набор общих эпистем, и для первой теории существует некоторое количество дополняющих эпистем к набору общих эпистем, а для второй теории существует другое количество дополняющих эпистем к набору общих эпистем. Тогда если количество эпистем для второй теории незначительно превышает количество эпистем для первой теории, то изложение соответствующих геометрических понятий можно считать близкими.

Еще один пример: в средней школе натуральные числа рассматриваются как объект для перечисления предметов, а в высшей школе (например, на математических специальностях) изучается аксиоматика натуральных чисел. В этом случае набор дополнительных эпистем существенно влияет на полноту и само изложение теории, поскольку дополняющие эпистемы настолько значительно расширяют общие эпистемы, что эти учебные дисциплины с точки зрения экспертных оценок заведомо не равнозначны.

Предположим, что общими эпистемами является курс математики для общеобразовательной школы, а дополнение вместе с общими эпистемами составляет курс математики для экономического образования в вузе, при этом другое дополнение вместе с общими эпистемами составляет курс математики для химического образования в вузе. Эти курсы отличаются иллюстрациями соответствующих эпистем теории, приложениями при решении практических задач и возможной полнотой изложения и т.д., т.е. дополнения к общим эпистемам настолько различны, что это существенно влияет на полноту и само изложение теории.

Сопоставление эпистем, множеств эпистем, отношений эпистем, проводимое на одной ступени обучения (на одном уровне обучения) будем называть горизонтальным эпистемодидактическим сопоставлением.

Сопоставление эпистем, множеств эпистем, отношений эпистем, проводимое на различных ступенях обучения будем называть вертикальным эпистемодидактическим сопоставлением.

Одновременное использование горизонтального и вертикального эпистемодидактических сопоставлений будем называть табличным сопоставлением. Горизонтальное, вертикальное, табличное сопоставления дают возможность рассматривать эпистемодидактические иерархии по отдельным дисциплинам, блокам дисциплин, направлениям подготовки (см. главу 3) и позволяют использовать эти иерархии при построении непрерывных систем обучения.

Табличное сопоставление эпистем может использоваться при формировании программ практического бакалавриата, учитывающего программы среднего профессионального обучения: эпистемы, изучаемые на третьем курсе по программам среднего профессионального обучения, учитываемые на первом курсе практического бакалавриата, в некотором смысле, отражают горизонтальное сопоставление, а использование эпистем, изучаемых на младших курсах по программам среднего профессионального обучения, при обучении по направлению практического бакалавриата, в некотором смысле, является вертикальным сопоставлением.

Многоуровневое обучение по математике в общеобразовательной школе предполагает использование всех трех видов сопоставлений: горизонтального, вертикального и табличного.

При наличии выработанных эталонов – эпистем, принятых за единицы измерений в различных смыслах, можно сравнивать элементы сопоставлений.

Сравнение можно производить по горизонтали (горизонтальное сравнение) на одной и той же ступени обучения. Например, сравнивать схожие эпистемы, рассматриваемые на разных направлениях бакалавриата на одном факультете, на разных факультетах, в разных вузах, в разных странах и т.д.

Сравнение можно также проводить по вертикали образования (вертикальное сравнение), т.е. сравнивать эпистемы различных ступеней (уровней). Например, сравнивать одну и ту же дисциплину на разных ступенях обучения: начальное, среднее, высшее, включая бакалавриат, специалитет, магистратуру, повышение квалификации и т.д.

Горизонтальные и вертикальные сравнения могут переплетаться, включаться одно в другое и т.д.

Одновременное использование горизонтального и вертикального эпистемодидактических сравнений будем также называть табличным сравнением.

Одним из элементов перестройки в сфере высшего образования в России и в различных странах мира в настоящее время является развитие Болонского процесса. Основная задача Болонского процесса состоит в формировании единого образовательного пространства в сфере высшего образования. Это подразумевает выравнивание курсов, введение ступенчатой (уровневой) системы обучения, признание дипломов, в т.ч. выдача приложения к диплому унифицированного образца, доступность высшего образования для широких масс. С этим связана также естественная перестройка и других ступеней и форм образования: начального, среднего, дополнительного, заочного, дистанционного и т.д.

С целью участия в Болонском процессе в российских вузах происходит перестройка системы образования. Министерство образования и науки РФ разработало Примерную рекомендательную методику расчета трудоемкости основных образовательных программ высшего профессионального образования в зачетных единицах [187]. Отдельные вузы используют ее, другие – самостоятельно разрабатывают методики пересчета трудоемкости учебной нагрузки в кредиты (зачетные единицы) на основе Болонских принципов [94, с. 36; 95, с. 85]. Заметим, что здесь трудоемкость понимается как академические часы учебной нагрузки обучаемых.

К вузам, разрабатывающим свои методики, относится, в частности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт‑Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) и другие вузы.

Одним из способов, позволяющих получать количественные характеристики сопоставимости, являются эпистемодидактические исследования для этих целей стандартов, учебных программ, дисциплин, уровней обучения в высшей школе, системе переподготовки и повышения квалификации, а также при рассмотрении программ обучения в рамках среднего профессионального образования, профильного обучения, общего среднего образования, различных видов дополнительного образования, заочного и дистанционного обучения.

Таким образом, в параграфе решены поставленные задачи и проведены исследования с точки зрения эпистем различных характеристик содержания образования и процесса обучения. В связи с чем, рассмотрены вопросы о различии в восприятии нового учебного материала обучаемым (как последовательного освоения новых эпистем) и обучающим (как дополнение известных эпистем). Показано, что введение эталонов позволяет формировать инструментарий для проведения измерений и сопоставлений составляющих содержания учебных программ и процесса обучения. Указано, что зависимости эпистем от параметров измерений влияют на определение количественных оценок эпистем.

Определено, что в процессе обучения для каждого отношения двух эпистем могут устанавливаться количественные значения параметров, в частности, для новых и изученных ранее эпистем. В этой связи для каждого раздела изучения формируется конечная иерархия эпистем, где на одной ступени располагаются изученные ранее эпистемы, на следующей – новая эпистема и ее отношения с ранее изученными и т.д.

Установление допустимых пределов обучения позволяет задавать границы учебной нагрузки обучающих и обучаемых, т.е. установить нормирование эпистем.

Обеспечение равномерности изучения учебного материала может достигаться такими разбиениями, чтобы равнозначные эпистемы были распределены в одинаковом отношении относительно выбранного параметра измерений.

Показано, что в процессе обучения зависимости количественных значений измерений эпистем могут определяться, исходя из форм (изложения, усвоения, контроля и др.) и видов (изложение эпистем впервые, повторное изучение, изучение в различных взаимосвязях и др.) изучения эпистем.

Установлено, что такие характеристики эпистем как трудность (затрачивание усилий) и сложность (многообразие по составу), приобретая количественные характеристики, позволяют выявлять перегруженные или недогруженные учебные дисциплины, проводить их дифференциацию.

Отмечено, что продолжительность процесса обучения, определяемая параметром времени, имеет различные оценки в зависимости от ступени или уровня обучения, изучения нового учебного материала, повторения или практического закрепления теоретических знаний и др. и выражается в почасовой нагрузке обучающих и обучаемых.

Нагрузку обучающих целесообразно рассматривать с учетом уровня обучения (базового, углубленного, профильного и др.), что определяет разбиения, иерархии эпистем и соответствующие количественные оценки для разделов программ.

Повторение и контроль предполагают соответственно «входную» и «выходную» стадии, каждая из которых определяется своим набором эпистем и отношений между ними. Сформированные оценки позволяют вносить необходимые коррективы в изложение учебного материала, а также в сами процедуры повторения и контроля.

Показано, что введение и использование информационных и коммуникационных средств обучения требует значительных изменений в методических подходах, а также определяет постановку новых задач и поиск инновационных решений при формировании содержания образования и организации процесса обучения.

Эпистемы и их количественные измерения характеризуются их функциональными зависимостями. Одной из интегральных характеристик эпистем является сумма количественных измерений этих эпистем. Если количественное измерение эпистемы равно единице, то такую эпистему называют единичной. Для разных измерений формируются различные единичные эпистемы. Если рассматривать в качестве одного из видов измерений время изучения эпистем, и задавать пропорциональность времени изучения эпистем и других измерений эпистем, то определяется мультипликативная характеристика для рассматриваемых эпистем.

Определены понятия трудозатрат изучения эпистем как отношение количественного измерения эпистемы ко времени ее изучения и трудоемкости изучения эпистем как отношение времени изучения эпистемы к количественному измерению этой эпистемы. Для трудозатрат и трудоемкости изучения эпистем определяются оптимальные границы их использования. При этом фиксирование количественного измерения эпистемы или времени ее изучения приводят к достижению соответствующих предельных значений. Интегральными характеристиками эпистем являются сумма предельных значений трудозатрат и сумма предельных значений трудоемкости.

Если учебная дисциплина разбита на единичные эпистемы по выбранному измерению и каждая из них изучается за единицу времени, то интегральные (мультипликативная и относительные) характеристики учебной дисциплины равны количеству единичных эпистем в этой учебной дисциплине.

Согласование эпистем напрямую связано с вопросами непрерывности процесса обучения, которая рассматривается между дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на одной ступени или одном уровне обучения (горизонтальная непрерывность), или рассматривается между дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на разных ступенях или уровнях обучения (вертикальная непрерывность обучения), или их комбинация (общая непрерывность процесса обучения). Формирование индивидуальных траекторий обучения определяется дифференциацией в системе обучения в зависимости от склонностей, способностей или одаренности при соблюдении горизонтальной и вертикальной непрерывностей. Траектория изучения эпистем определяется изучением модулей и блоков в заданной последовательности и формируется в пределах учебных дисциплин, наборов дисциплин, направлений или систем обучения, позволяя действовать в рамках горизонтальной или вертикальной непрерывности и создавать условия мобильности в образовательной среде. В качестве ступеней обучения, как правило, рассматриваются дошкольное, начальное, среднее, высшее и поствузовское обучение, а уровни обучения определяют трудность и сложность изучаемых эпистем в рамках соответствующих ступеней и характеризуются соотношениями количества часов и количества изучаемых эпистем, в связи с чем рассматриваются базовый, углубленный уровни и др.

Исследование приращений эпистем позволяет строить непрерывную систему обучения и устанавливать зависимости между эпистемами в рамках учебных дисциплин на одной или разных ступенях и уровнях обучения. Установлено, что для любой эпистемы значение ее объема, выраженное через объем зафиксированной единичной эпистемы, определяет взвешенный объем этой эпистемы, что позволяет проводить разнообразные сопоставления содержания программ курсов, учебных дисциплин, учебников и пр., представляющих различные ступени или уровни обучения.

На примере бакалавриата и магистратуры показано, что непрерывность обеспечивается различными соотношениями новых и изученных эпистем, а также вложениями и дополнениями изучаемых эпистем на рассматриваемых ступенях обучения.

При сопоставлении учебные дисциплины могут иметь общие эпистемы, а могут не иметь общих эпистем, при этом в обоих ситуациях дисциплины могут являться как «близкими» друг к другу, так и «далекими» друг от друга в зависимости от контекста рассмотрения.

Определено, что сопоставления (как установление взаимосвязей между эпистемами) и сравнения (как установление соотношений между эпистемами при наличии выбранных эталонов, принятых за единицы измерений) позволяют проводить эпистемодидактические исследования по горизонтали, по вертикали, либо рассматривать табличные сопоставления или сравнения эпистем.

Показано, что в рамках развития Болонского процесса использование системы зачетных единиц согласуется с формированием количественных оценок, получаемых при проведении эпистемодидактических исследований, позволяющих проводить различные сопоставления и сравнения на различных ступенях и уровнях в разных системах образования.

**2.3. Построения и представления эпистем и их иерархий**

В задачи данного параграфа входит исследование возможностей формирования эпистемодидактических иерархий при рассмотрении отдельных вопросов развития познания и формирования знаний, образования новых эпистем и их свойств в методах познания и обучения, исследования проекций процесса познания на процесс обучения, анализа языковых концепций, процесса обучения языкам, а также рассмотрение примеров построения эпистемодидактических иерархий методических и методологических трудов. Исследования иерархической соподчиненности эпистем и установление для них количественных характеристик позволяет оценивать сложность эпистемодидактических конструкций, выявлять сходства, различия и закономерности построения, и тем самым, проводить сопоставления различных иерархий и их частей. Эти вопросы рассматриваются в [98, с. 18; 121, с. 201; 124‑128; 167, с. 147].

Знания можно представлять как всеобъемлющий поток разнообразных эпистем. Используя методы анализа и синтеза, можно формировать различные объемы знаний. В этом контексте каждую эпистему можно рассматривать, с одной стороны, как часть знаний, имеющую законченный характер, а с другой стороны, как часть знаний, находящуюся в развитии (тем самым, можно провести аналогию с корпускулярным и волновым подходом рассмотрения явлений с точки зрения физики).

Сопоставление процесса познания и процесса обучения в рамках эпистемодидактических исследований позволяет выявлять аналогии, которые в дальнейшем используются при формировании содержания образования и организации процесса обучения.

При рассмотрении процессов познания в рамках эпистемодидактических исследований открывается возможнсть строить иерархии эпистем, определяя тем или иным образом эпистемы и ставя им в соответствие структуры элементов познания, объединяя эпистемы в множества, устанавливая отношения между этими эпистемами, приходить к формированию иерархий эпистем, которые отражают иерархическое строение процесса познания.

Эпистемодидактические исследования позволяют, помимо качественных характеристик, формировать и рассматривать количественные оценки рассматриваемых объектов и процессов. Во-первых, на каждой ступени иерархии выявляется количество эпистем, их измерения и др., во-вторых, сопоставляются и сравниваются различные ступени и эпистемы, рассматриваемые на этих ступенях, в-третьих, всякий процесс, представленный в иерархической интерпретации, позволяет рассматривать количество ступеней в конкретной интерпретации, тем самым, возникает еще одна количественная характеристика эпистем в процессе познания. Иерархические интерпретации могут быть различными, но для каждого конкретного объекта или процесса ступени сопоставимы: некоторые ступени одной интерпретации совпадают со ступенями другой интерпретации, некоторые ступени в одной из интерпретаций отсутствуют (по той или иной причине), некоторые ступени одной интерпретации пересекаются со ступенями другой интерпретации (в т.ч. ступени одной вкладываются в ступени другой).

С эпистемодидактической точки зрения исследование конкретного процесса познания в некоторой области знаний, в определенном смысле, аналогично изучению новой учебной дисциплины (в т.ч. изучению новых языков): определение эпистем в процессе познания сопоставимо с узнаванием эпистем учебной дисциплины, формирование множеств эпистем в процессе познания сопоставимо с определением классов эпистем учебной дисциплины, установление отношений и связей между эпистемами и множествами эпистем сопоставимо с построением отношений и связей между эпистемами учебной дисциплины, построение иерархий эпистем конкретного процесса познания в определенной области знаний сопоставимо с заданием иерархий учебной дисциплины, что дает возможность на новом уровне формировать новые эпистемы, множества эпистем, их отношения, связи, иерархии и т.д.

Эпистемодидактические интерпретации дают возможность оценивать сложность эпистем и образованных ими конструкций в процессе познания определенной области знаний, и в связи с этим, получать количественные оценки при использования этих эпистем в процессе обучения: «по горизонтали» – количество эпистем в рамках одной ступени; «по вертикали» – количество ступеней в иерархии; а также «табличные» оценки, включающие одновременно количественные оценки по горизонтали и по вертикали (тем самым, каждой эпистеме приписывается пара чисел, первое из которых – количественная характеристика эпистем в рамках ступени, а второе число – количественная характеристика ступеней в иерархии эпистем).

Количественные оценки эпистем позволяют получать количественные оценки всей иерархической системы. Например, простейшей количественной оценкой является количество символов в тексте, представляющем письменное содержание состояния области знаний или процесса познания этой области.

В разное время философов и педагогов интересовали вопросы восприятия нашим сознанием определенных знаний и определения того, что означает знать, каким образом происходят процессы постижения и изложения знаний, каким образом выстраиваются процессы обучения и происходит усвоение знаний. В целом, процессы познания и приобретения знаний интерпретируются как построения наборов эпистем разных ступеней и уровней или, другими словами, как формирования иерархий эпистем.

О взглядах Сократа известно из письменных источников, принадлежавших его ученикам. Платон в работе «Теэтет», используя диалоги Сократа, приводит анализ знания как такового. Определяя «знание частное и общее» [188, с. 850], Сократ формулировал вопросы: «что такое знание само по себе» [Там же, с. 851], «о чем бывает знание» [Там же, с. 851]. С позиции эпистемодидактических исследований определение знания частного и общего, данное Сократом, рассматривается как определение простейших эпистем, а также формирование более крупных эпистем, которые включают в себя совокупности (множества) эпистем и взаимосвязи между ними. На примере геометрических отрезков и чисел Сократ предполагает, что одной из возможностей получения знания является попытка «найти какое-то их единое [свойство], с помощью которого мы могли бы охарактеризовать их все» [Там же, с. 852]. С этим связан поиск возможности «множество (т.е. многообразие – *Авт.*) знаний выразить в одном определении» [Там же, с. 854]. С эпистемодидактической точки зрения, с одной стороны, имеется потребность построить конечную иерархию, определяющую знание, а с другой стороны, существуют конечные определения, задающие бесконечные процессы, т.е. иерархии эпистем с неограниченным количеством ступеней.

Это можно проиллюстрировать таким примером. Еще со времен Пифагора (VI–V вв. до н.э.) известно, что не существует дроби для представления длины диагонали квадрата со стороной, равной 1 (т.е. корня квадратного из 2), поскольку на каждом конечном шаге приближения получается дробь, которая не является точным значением длины диагонали этого квадрата. В результате, поиск знания числового значения длины диагонали квадрата со стороной, равной 1, которое является корнем квадратным из 2, может быть получено, в частности, как бесконечное приближение дробями: 1; 1,4; 1,41; 1,414; 1,4142; … (где каждая дробь представляет соответствующую длину отрезка). В этом примере диагональ квадрата со стороной, равной 1, имеет конечное определение, а длина этой диагонали в представлении через рациональные числа (например, в десятичной записи) является иерархией эпистем с неограниченным количеством ступеней.

В процессе обучения рассматриваются различные сопоставления – отношения на множествах эпистем (например, в математике – сравнения чисел, отношения равенства, отношения подобия и т.д.). Следуя Протагору, Сократ говорил, что «ничто само по себе не есть одно, ибо тут не скажешь ни чтó оно есть, ни каково оно; ведь если ты назовешь это большим, оно может оказаться и малым, если назовешь тяжелым – легким и т.д.» [Там же, с. 859]. Тем самым, отношения, в которые может входить фиксированная эпистема, зависят не только от этой эпистемы, но и от других эпистем, с которыми заданная эпистема находится в отношениях.

Например, если рассматривать натуральные, целые и рациональные числа и отношения этих эпистем, то с точки зрения обучения эпистема, задающая целые числа, является более «легкой» по отношению к эпистеме, задающей рациональные числа, но более «тяжелой» по отношению к эпистеме, задающей натуральные числа.

Сократ считал, «что ни ощущение, ни правильное мнение, ни объяснение в связи с правильным мнением, пожалуй, не есть знание» [Там же, с. 937]. Иначе говоря, с точки зрения знания эпистемы, которые дают ощущения, не являются полными, поскольку у каждого человека свои ощущения. Точно также мнение, которое считается истинным (правильным, установленным на основе экспертных оценок), может изменяться со временем или в других обстоятельствах, и тем самым, эпистема, им задаваемая, не является завершенной. И, наконец, объяснения в связи с правильным мнением (другими словами, построение знания) не дают полных оснований для того, чтобы говорить об окончательном завершении построения рассматриваемых эпистем или множеств эпистем. Другими словами, отдельные наборы эпистем, в том или ином смысле, могут получать дополнения, т.е. в процессе построения эпистем или построения множеств эпистем может происходить постепенное приближение к знанию.

Сократ рассматривал несколько ступеней восприятия: «одни вещи душа наблюдает сама по себе, а другие – с помощью телесных способностей… . Не во впечатлениях заключается знание, а в умозаключениях о них… . Мы... продвинулись..., чтобы искать его (знание – *Авт.*)... не в ощущении, а в том имени, которое душа носит тогда, когда сама по себе занимается рассмотрением существующего» [Там же, с. 905]. Таким образом, с эпистемодидактической точки зрения формируется иерархия эпистем интерпретаций ступеней восприятия по Сократу: на первой ступени определяются эпистемы, отражающие наблюдения; на второй – формируются множества эпистем, определяющие впечатления; на третьей – происходят построения отношений между эпистемами и множествами эпистем, формирующие умозаключения; на четвертой – рассматриваемым эпистемам присваиваются имена. Эти вопросы исследуются также в [109, с. 86].

Платон описал уровни восприятия: «Сознание восходит, преодолевая четыре ступени, от низшего к высшему. Первоначально − состояние неопределенности,... когда возникают образы... . Затем возникает мнение, позволяющее отличать материальные предметы от их отражения в сознании… . Третий шаг − переход на уровень рассудка, когда осознаются не только конкретные объекты, но также идеи... . Наконец, заключительный шаг − к пониманию всеобщего блага (порядка, организованности)» [9]. С точки зрения эпистемодидактических представлений при рассмотрении этих положений Платона на первой ступени восприятия знания выявляются разрозненные эпистемы (иногда на уровне чувственного или интуитивного восприятия). На второй ступени происходит формирование эпистем, отражающих в нашем сознании предметы реальной действительности, включая символьные и образные эпистемы. Осознание идей, которое происходит на третьей ступени, есть осознание эпистем, формируемых в нашем сознании и являющихся общими для некоторых предметов реальной действительности, тем самым, происходит построение классов эпистем, определяемых идеей. На заключительной ступени восхождения сознания происходит упорядочивание эпистем, рассмотренных на предыдущих ступенях. Эти эпистемы объединяются в некоторые системы и иерархии множеств эпистем, при этом определяются отношения между эпистемами [109, с. 86].

Одним из важнейших элементов формирования сознания является приобретение знаний. Поэтому ступени восхождения сознания естественным образом проецируются на процесс приобретения знаний, т.е. на обучение. С эпистемодидакической точки зрения в процессе обучения можно рассматривать ступени, являющиеся проекциями ступеней восхождения сознания по Платону: первая ступень – разрозненные эпистемы; вторая – символьные и образные эпистемы; третья – построение классов эпистем; четвертая ступень – упорядочивание эпистем.

Идеи Сократа и Платона на приобретение знаний получили дальнейшее развитие у Аристотеля. Аристотель связывал науку и обучение, формулируя следующий тезис: «всякой науке нас обучают (didakte), а предмет науки – это предмет усвоения (matheton)» [5]. «Слово «наука» буквально означает знание» [247, т. 3, с. 562]. Наука во времена Аристотеля предполагала деление «всего знания... на три главные области: природа (физика), общество (этика) и мышление (логика)» [Там же, с. 579].

Аристотель рассматривал два свойства обучения: «всякое обучение, исходя из уже познанного, <прибегает> в одном случае к наведению, в другом – к умозаключению, <т.е. силлогизму>. При этом наведение – это <исходный> принцип, и <он ведет> к общему, а силлогизм исходит из общего» [5]. С эпистемодидактической точки зрения силлогизм представляет собой построение новых эпистем и отношений между ними (используя выводы, доказательства, переходы от общего к частному); наведение представляет собой задание простейших эпистем и отношений между ними, построения от частного к общему (например, задавая перечисления, упорядочивания, классификации, иерархии и др.). Внешне и силлогизм, и наведение имеют сходные формы представления в виде иерархий эпистем: для силлогизма на первой ступени рассматриваются эпистемы; на второй – отношения между эпистемами (выводы, доказательства); на третьей – новые эпистемы; для наведения на первой ступени также рассматриваются эпистемы; на второй – отношения между эпистемами (упорядочивание, классификация и др.); на третьей – новые эпистемы.

Обращаясь к вопросу о знании Аристотель писал: «достичь знания вещей – это значит достичь знания видов, согласно которым вещи получают наименование, то ведь началами для видов… являются роды» [5, с. 56]. «Род (в логике) – термин, которым… обозначают объем понятия, являющегося более общим (широким)… – родовым по отношению к некоторому другому (видовому) понятию» [247, т. 1, с. 515], поскольку существуют «признаки, присоединяемые к роду для образования видов» [4, с. 451]. С точки зрения эпистемодидактических представлений формируется иерархия эпистем: на первой ступени – эпистемы, определяющие вещи (предметы); на второй – эпистемы, определяющие виды, на третьей – эпистемы, определяющие роды. Эти вопросы исследуются также в [123, с. 140].

Рассмотрим эпистемодидактические представления ступеней «человека знающего» по Сократу и Аристотелю.Сократ делит общество по отношению к знаниям и обучению на две группы: «одни ищут учителей... для себя..., иные же полагают себя способными... учить» [188, с. 883]. С точки зрения эпистемодидактических представлений знания каждого человека составляют набор эпистем, которые разбиваются на два класса: первый класс характеризуется отсутствием определенного вида эпистем, второй класс характеризуется наличием этого вида эпистем. Этим определяются две ступени иерархии наличия знаний.

Развивая свою мысль, Сократ говорит, что «передающего [знания] мы называем учителем, принимающего их – учеником, а содержащего приобретенные [знания]... – знатоком» [Там же, с. 920]. Из рассуждения Сократа можно извлечь, что для множества эпистем, задающих определенное знание, формируются эпистемодидактические представления в виде ряда ступеней: первая ступень характеризуется отсутствием эпистем из рассматриваемого множества, вторая ступень – распознаванием эпистем из этого множества, третья ступень – усвоением эпистем множества, четвертая ступень – использованием эпистем из этого множества. Заметим, что уровень знаний обучающих может соответствовать второй, третьей или четвертой ступеням.

С идеями Сократа перекликаются рассуждения Аристотеля о «человеке знающем». С точки зрения Аристотеля: «признаком человека знающего является способность обучать… . Человек, располагающий опытом, оказывается мудрее тех, у кого есть любое чувственное восприятие, а человек, сведущий в искусстве, мудрее тех, кто владеет опытом, руководитель мудрее ремесленника» [4, с. 7]. При построении иерархии эпистем, представляющих рассуждения Аристотеля, чувственное восприятие интерпретируется как усвоение разрозненных эпистем. Опыт рассматривается как упорядочивание усваиваемых эпистем, т.е. построение отношений для соответствующих эпистем (поскольку всякий переход от разрозненных эпистем к их упорядочиванию является заданием некоторых отношений). Искусство является способностью строить новые отношения между усвоенными эпистемами. Руководитель владеет опытом и искусством, а также информацией об эпистемах разных ступеней, т.е. отношениях между эпистемами и внешними эпистемами, поэтому на этой ступени реализуются способности строить новые отношения между усвоенными эпистемами и другими различными эпистемами. Таким образом, для множества эпистем, задающих определенное знание, формируются эпистемодидактические представления в виде ряда ступеней: первая ступень характеризуется наличием разрозненных эпистем из некоторого множества, вторая ступень – упорядочиванием эпистем из этого множества, третья ступень – построением новых отношений между эпистемами множества, четвертая ступень – использованием отношений эпистем из рассматриваемого множества и других множеств.

Эпистемодидактические исследования иерархий представлений Сократа, Платона и Аристотеля позволяют формировать соответствующие количественные оценки эпистем.

Рассмотрим эпистемодидактические интерпретации положений теорий ряда европейских мыслителей и философов. А. фон Больштедт «исследовал силлогизмы и процессы выведения следствий из посылок. Логику... (А. фон Больштедт – *Авт.*) называл наукой, которая учит правилам, как от известного переходить в познании неизвестного. В ней он видел орудие познания. Универсалии он считал вечными прообразами вещей, порожденные божественным умом» [58, с. 33]. С точки зрения эпистемодидактических представлений универсалии, как простейшие эпистемы известного знания, лежат в основании иерархии эпистем, из которых при помощи построения отношений (логики) формируются новые эпистемы и множества эпистем последующих ступеней эпистемодидактической иерархии [108, с. 84].

Одним из элементов познания является научное исследование. Рассмотрим положения Ф. Бэкона, который определял «три стадии научного исследования: наблюдение, обобщение данных наблюдений и проверка этого обобщения (выводов) путем эксперимента» [181, т. 1, с. 289]. С точки зрения эпистемодидактических представлений три стадии научного исследования Ф. Бэкона определяют иерархию эпистем: на первой ступени происходит рассмотрение (наблюдение) эпистем; на второй – построение новых эпистем или множеств эпистем и их отношений (обобщения); на третьей – выявление совпадений теоретических и практических эпистем (проверка выводов путем эксперимента). Иерархия эпистем может быть продолжена, поскольку на четвертой ступени рассматриваются наблюдения уже новых эпистем, полученных на предыдущих трех ступенях иерархии, на пятой – строятся новые эпистемы, множества эпистем и их отношений (обобщения); на шестой – вновь происходит проверка выводов путем эксперимента и т.д. Иерархия позволяет также рассматривать количественные оценки входящих в нее эпистем. Эти вопросы рассматриваются также в [108, с. 85].

Н. Мальбранш различал «четыре рода познания: познание предмета через него…; познание через идеи…; познание через внутреннее чувство или непосредственное сознание…; познание через соображение» [82]. С эпистемодидактической точки зрения каждый из этих родов познания представляется в виде иерархий эпистем: на первой ступени – эпистемы, задающие конкретные предметы рассмотрения и их свойства и признаки, на второй ступени – отношения между эпистемами и множествами эпистем, определяемые либо самим предметом, либо идеей этого предмета, либо индивидуальными оценками, либо процессом мышления. Заметим, что все четыре рода познания связаны между собой.

Проецируя представления родов познания по Н. Мальбраншу на процесс обучения, получаем эпистемодидактические представления соответствующих родов процесса обучения, включающего: обучение через эпистемы и отношения между эпистемами, задающими предмет обучения; обучение через упорядоченные эпистемы и отношения между эпистемами; обучение через индивидуальные экспертные оценки эпистем; обучение через построения разнообразных отношений между эпистемами. С эпистемодидактической точки зрения каждый из этих родов процесса обучения представляется в виде иерархий эпистем. При этом все четыре рода процесса обучения связаны между собой и являются основой для формирования количественных оценок эпистем. Роды позволяют строить иерархию конкретного процесса обучения с учетом предметов обучения, отношений между предметами, между родами и т.д. [147, с. 106].

П. Гольбах рассматривал ступени возникновения идей: «единственный источник возникновения в нас идей – чувства. Сознанное чувствование становится восприятием; восприятие, перенесенное на предмет, возбудивший его, есть идея» [18]. С точки зрения эпистемодидактических представлений положения теории П. Гольбаха образуют иерархию эпистем: на первой ступени рассматриваются эпистемы, которые дают органы чувств; на второй – происходит фиксирование эпистем, присущих предмету рассмотрения; на третьей – рассматриваются эпистемы разных ступеней, ограниченные предметом; на четвертой – определяется класс эпистем, и, тем самым, формируется соответствующая идея [147, с. 107]. Построение иерархии позволяет формировать количественные оценки эпистем, представляющих положения П. Гольбаха.

При рассмотрении проекций элементов и законов познания на процесс обучения при помощи эпистем, множеств эпистем и их отношений, естественным образом определяются понятия, используемые в процессе обучения, например, истинность, ложность, неопределенность элементов знаний (т.е. эпистем), отрицание, противоречивость, согласованность эпистем, использование выводов при построении новых эпистем и множеств эпистем и др. Эпистемодидактические исследования делают наглядными проекции элементов и законов познания на процесс обучения и взаимосвязи между эпистемами теории познания и эпистемами содержания образования и организации процесса обучения.

При построении содержания учебных дисциплин, изложении теории важное место занимает понятие вывода. Традиционно «выводом… называется рассуждение, в ходе которого последовательно получается ряд связанных друг с другом предложений, а также и сама последовательность этих предложений» [247, т. 1, с. 308]. Понятие вывода позволяет формировать новые эпистемы и множества эпистем: во-первых, новые эпистемы и множества эпистем – это новые утверждения о рассматриваемом объекте исследования (заключения силлогизмов в логике), а, во-вторых, сами последовательности получения этих новых утверждений (сами силлогизмы) [147, с. 106].

В том или ином контексте при изложении материала используются эпистемы и их выводы. В процессе обучения, когда происходит передача знаний, каждая эпистема имеет законченный характер. В то же время, каждая эпистема находится в развитии, поскольку подразумевается ее применение в практической деятельности или в других новых условиях. Всякое изложение подразумевает вывод новых отношений эпистем с использованием правил перехода от одних эпистем к другим. Заметим, что если задана крупная эпистема, то ее можно разбить на более мелкие эпистемы. При этом можно сначала рассматривать каждую мелкую эпистему в отдельности, затем рассматривать отношения между этими эпистемами и соответствующие выводы. Среди этих выводов на каждом шаге получаем описание более крупной эпистемы. В этой ситуации, с одной стороны, можно рассматривать иерархичность формирования эпистем, с другой стороны, среди отношений можно определять зависимости между эпистемами (включая разбиения и факторизации). Иногда выбор разбиений зависит от выбора базисных эпистем. Эти эпистемы могут формироваться на основе экспертных мнений, определяемых целями, формами, средствами обучения и т.д.

В частности, в преподавании математики при изложении материала, относящегося к понятию числа, происходит постепенное расширение эпистем: сначала рассматриваются натуральные числа, т.е. числа, используемые при счете, затем появляются положительные дроби как числа, позволяющие измерять величины, затем рассматриваются положительные и отрицательные числа, которые появляются в связи с представлением чисел на числовой прямой, далее свойства числовой прямой приводят к понятию действительного числа (появляется понятие предельного перехода, иррациональных чисел и т.д.), и, наконец, появление комплексных чисел связывается с представлением чисел на плоскости и теорией многочленов. На каждом этапе формируются эпистемы, представляющие предыдущие этапы и новые расширения понятия числа. В то же время, эти формируемые эпистемы носят конечный характер: для их изложения используется конечное число известных эпистем. Таким образом, можно оценить время, которое необходимо для изложения и усвоения, объем соответствующего учебного материала, уровень сложности и т.д.

При изложении конкретного учебного материала ряду эпистем приписываются истинные значения, другим – ложные, а третьим – неопределенные. Эпистеме приписывается истинное значение, если она в данных условиях подтверждается действительностью. Эпистеме приписывается ложное значение (т.е. неправильное, ошибочное) в соответствующих условиях, если в этих условиях формулировка эпистемы не отражает действительность. Неопределенные значения эпистем могут возникать в связи с невозможностью в настоящий момент установления истинности или ложности этих эпистем. Эти вопросы рассматриваются в [108, с. 83; 109, с. 86; 123, с. 140; 147, с. 104].

На протяжении тысячелетий вопрос о выводимости постулата о параллельных прямых из других аксиом геометрии оставался неопределенным. Ответ на этот вопрос привел к построению моделей в математике: существуют модели, в которых постулат о параллельных прямых справедлив (евклидова геометрия), и также существуют модели, в которых этот постулат не верен (неевклидова геометрия).

Сократ сформулировал следующие тезисы: «Не всякое мнение всякого человека истинно» [247, т. 1, с. 894]; «знание не есть только правильное мнение…. Иметь мнение – значит рассуждать» [Там же, с. 905]. Рассматривая эпистемодидактические представления высказываний Сократа, можно рассматривать мнение как эпистему или отношения между эпистемами. Построение рассуждений может быть истинным или ложным, поскольку рассуждение можно интерпретировать как вывод или построение множеств эпистем и отношений между ними. Если полагать, что правильное мнение является истинным, то неправильное мнение является ложным. Одним из способов получения ложных эпистем является использование ложных выводов, в результате которых можно получить ложные эпистемы. Эти представления взглядов Сократа остаются справедливыми и для эпистемодидактических представлений процесса обучения.

Аристотель писал, что «целью теоретического знания является истина…, истину мы не знаем, не зная причину…. Причины вечно существующих вещей должны всегда быть наиболее истинными» [4, с. 41]. При эпистемодидактических представлениях высказываний Аристотеля получаем, что истинность знания определяется причинами, т.е. истинными базисными эпистемами, а также истинными правилами выводов из этих истинных эпистем.

В результате, для получения истинного знания необходимо из истинных эпистем получать эпистемы при помощи истинных правил вывода. Эти подходы приложимы и к эпистемодидактическим представлениям процесса обучения [123, с. 140].

В XI веке П. Абеляр «разрабатывал схоластическую логику…, которая делала упор… на… рассудочное обоснование…. Нормой истины объявлялось мышление, которое… в сомнительных случаях приходит к самостоятельному решению» [247, т. 1, с. 10]. Тем самым, П. Абеляр обращает внимание на истинность «рассудочного обоснования», и этим определяет «норму истины». При эпистемодидактических представлениях положений П. Абеляра получаем, что применение его рассуждений к процессу обучения приводит к необходимости выбора истинных правил вывода. Таким образом, эпистемодидактическая интерпретация показывает, что подход П. Абеляра ближе к подходу Сократа, чем к подходу Аристотеля, так как П. Абеляр не предполагает выбора только истинных базисных элементов знания (т.е. с эпистемодидактической точки зрения не происходит выбора только истинных базисных эпистем) [108, с. 84].

Р. Бэкон «признавал три способа познания: авторитет, рассуждение и опыт» [247, т. 1, с. 214]. «Всякое познание... начинается с опыта. Науку надо основывать на эксперименте и математике, а от авторитетов и их мнений перейти к реальным вещам… . Доказательство само по себе... не дает полного решения вопроса, пока истинность решения не подтверждена опытом... . Известно его выражение: «простой опыт учит лучше всякого силлогизма» [58, с. 77]. Р. Бэкон фактически расширяет подход П. Абеляра, рассматривая получение знания в дополнение к рассуждению через авторитет и через опыт. При этом истинным знанием он полагает знание, полученное опытным путем. Таким образом, эпистемодидактические представления взглядов Р. Бэкона расширяют эпистемодидактические представления взглядов П. Абеляра: с точки зрения Р. Бэкона рассматриваемые элементы знания и их выводы всегда требуют проверки опытным путем, другими словами, для определения истинности эпистем необходимо, чтобы эпистемы теории совпадали с эпистемами, полученными опытным путем, то же самое должно выполняться и для правил вывода (т.е. отношений между базисными эпистемами), и для новых эпистем. Если эпистема, полученная опытным путем, отличается от эпистемы, полученной от авторитета (от базисной эпистемы), или рассуждением, то необходимо изменять либо базисные эпистемы, либо правила вывода эпистем. Подходы Р. Бэкона к определению истинности и ложности знания перекликаются со взглядами Ф. Бэкона на проведение научных исследований. В приложении к процессу обучения взгляды Р. Бэкона не потеряли свою актуальность и в настоящее время, поскольку и авторитет преподавателя, и изложение учебного материала должны проходить постоянную проверку на истинность: ложность эпистем или ложность выводов может привести к искажению эпистем, отражающих действительность [108, с. 84].

Уделяя внимание истинности рассуждений (выводов) и истинности результатов рассуждений, Т. Гоббс писал, что если «предложение следует из двух других предложений, и если последние истинны, то нельзя отрицать и истинность заключения» [29, с. 102]. Однако, Т. Гоббс отмечал, что «из ложных предпосылок иногда может быть выведено правильное по существу предложение» [Там же, с. 102]. Эпистемодидактические представления показывают, во-первых, что если выбраны истинные эпистемы и истинными являются правила вывода, то истинными будут и заключения [147, с. 104]. Тем самым, подход Т. Гоббса в этой части совпадает с подходом Аристотеля. Во-вторых, истинность эпистемы, взятой в качестве заключения, не влечет истинности эпистем, взятых в качестве первоначальных посылок. Другими словами, из ложной эпистемы (даже, если истинны правила вывода) могут следовать как истинные, так и ложные эпистемы. Таким образом, из результатов эпистемодидактических представлений взглядов Т. Гоббса в явном виде следует необходимость знания об истинности или ложности исходных эпистем, что позволяет наглядно сопоставить эпистемодидактические представления взглядов Т. Гоббса, Аристотеля и П. Абеляра. Выбор множества истинных эпистем и истинных выводов при построении учебной дисциплины является определенной гарантией истинности заключений учебной дисциплины, а выбор ложной базисной эпистемы может привести как к истинной, так и к ложной эпистемам.

Р. Декарт требовал при исследовании: «допускать в качестве истинных только такие положения, которые представляются ясными и отчетливыми, не могут вызвать никаких сомнений в их истинности..., расчленять каждую сложную проблему на составляющие ее частные проблемы или задачи..., методически переходить от известного и доказанного к неизвестному и недоказанному и... не допускать никаких про­пусков в логических звеньях исследования» [247, т. 1, с. 449]. Тем самым, истинными должны быть базисные эпистемы, а также эпистемы, задающие правила вывода (отношения между эпистемами). В случае необходимости проводится разбиение эпистемы большого объема на наборы эпистем, каждая из которых, в свою очередь, должна быть истинной, и объединение этих наборов должно представлять итоговую истинную эпистему. Таким образом, одной из составных частей изложения должен быть не только выбор истинных базисных эпистем, но и разбиение на наборы истинных эпистем [108, с. 85]. Новым с эпистемодидактической точки зрения в представлениях Р. Декарта при сопоставлении их с эпистемодидактическими представлениями взглядов Аристотеля, П. Абеляра, Т. Гоббса и др. является разбиение положений – элементов знаний, т.е. эпистем. Это относится к базисным эпистемам и эпистемам, получаемым в результате выводов: разбиение базисных эпистем позволяет исследовать каждую из них в отдельности, а затем после применения правил вывода, т.е. после использования отношений эпистем, объединяя эпистемы, получаем в результате общую итоговую эпистему.

Я.А. Коменский обращал внимание на истинность изучаемого материала, что должны быть «истинные… формы и образцы и оригиналы всех вещей, или руководящие правила и примерные упражнения в работах» [55]. С эпистемодидактической точки зрения при рассмотрении основ обучения вначале должны быть определены эпистемы, на которые опирается изложение, затем установлены все необходимые отношения между этими эпистемами, и в дальнейшем с учетом этого построены новые эпистемы. Если первоначальные эпистемы не определены четко, то на последующих этапах могут быть нарушены необходимые взаимосвязи, и поэтому итог изучения материала может получиться неоднозначным, поскольку «все из собственных основ» [57, с. 63]. Таким образом, в процессе обучения для получения новых эпистем необходимо представлять, во-первых, истинные эпистемы, во-вторых, применять к ним истинные правила вывода, в-третьих, получаемые новые эпистемы будут истинными и необходимо приобретать навык использования этих эпистем. Четвертым шагом является практическое использование рассматриваемых эпистем. Заметим, что первые три шага эпистемодидактических представлений взглядов Я.А. Коменского совпадают с эпистемодидактическими представлениями подхода Аристотеля к истинности знания [134, с. 133; 170].

Раскрывая применение механических законов природы к процессу обучения, И.Г. Песталоцци вместо слова «истинность» использовал слова «подлинная правда»: «Подчини все несущественные вещи существенным и в первую очередь поставь впечатления от природы и ее подлинной правды выше получаемых тобой в процессе обучения опосредствованных впечатлений» [184, т. 1, с. 50]. С точки зрения эпистемодидактических представлений этого положения И.Г. Песталоцци эпистемы природы (т.е. определяемые природой) представляются как истинные. В качестве выводов эпистем можно рассматривать подчинение существенному, а также расположение знаний «в такой последовательности, чтобы каждое следующее понятие включало в себя... добавление к... прежним знаниям» [Там же, с. 51]. Таким образом, в процессе обучения для получения новых эпистем необходимо сопоставлять эпистемы и выводы с природой, которая дает представление об истинных эпистемах [148, с. 27]. Эпистемодидактические представления взглядов И.Г. Песталоцци на истинность в процессе обучения перекликаются с эпистемодидактическими представлениями взглядов Р. Бэкона на истинность.

Наряду с понятиями истинности и ложности эпистем, можно рассматривать положительные и отрицательные эпистемы, т.е. согласования, отрицания и противоречия эпистем. Это рассматривается в работах [109, с. 86; 134, с. 133; 147, с. 104].

Так, рассматривая вопрос о сохранении знаний, еще Сократ ставил вопрос «можно ли одно и то же знать отчетливо и расплывчато..., знать основательно и слегка» [188, с. 877]. При сохранении знаний многие эпистемы человек сохраняет в памяти как наименования, образы, символы и т.д. При этом могут возникать внешние, или кажущиеся, противоречия: 1) разные эпистемы могут обозначаться как одинаково, так и по‑разному, в зависимости от рассматриваемого контекста; 2) одна и та же эпистема может иметь различные наименования, образы, символы и т.д. Эти противоречия снимаются посредством подробного представления (раскрытия) соответствующих эпистем.

С этим непосредственно связаны положительные и отрицательные имена. Одним из тех, кто рассматривал положительность и отрицательность имен, был Т. Гоббс, который, в частности, писал, что «положительными являются те имена, которые мы применяем при сходстве, равенстве или тождестве рассматриваемых вещей; отрицательными – те, которые мы применяем при различии, несходстве и неравенстве этих же вещей... Положительные и отрицательные имена исключают друг друга; они не могут быть применены к одной и той же вещи» [29, с. 85]. Эпистемодидактические представления взглядов Т. Гоббса показывают, что для фиксированной эпистемы можно рассматривать два множества эпистем таких, что: эпистемы из первого множества содержат фиксированную эпистему и содержат эпистемы, каждая из которых является положительной по отношению к фиксированной эпистеме; эпистемы из второго множества не содержат фиксированную эпистему и содержат эпистемы, каждая из которых является отрицательной по отношению к рассматриваемой фиксированной эпистеме.

Рассматривая процесс обучения, Я.А. Коменский считал, что «неразумно сообщать юношеству в самом начале какого-либо занятия нечто противоречивое» [57, с. 58], а также необходимо «не только показывать, каким образом что-либо происходит, но также и показывать, почему оно не может быть иначе» [56]. С эпистемодидактической точки зрения это означает, что в начале обучения необходимо рассматривать множества эпистем, получаемых из исходных при помощи правил вывода, и только затем следует приводить другие эпистемы (например, эпистемы, задающие «отклонения в основоположениях» по Я.А. Коменскому).

Таким образом, при обучении последовательно должен происходить не только процесс формирования эпистем и отношений между ними, но обязательным элементом обучения должно быть рассмотрение отрицаний этих эпистем и отношений эпистем.

Рассмотрим эпистемодидактические представления метода познания и метода обучения, определенных Т. Гоббсом. Т. Гоббс полагал, что «философия есть познание, достигаемое посредством правильного рассуждения… и объясняющее действия, или явления, из познанных нами причин, или производящих основания, и, наоборот, возможные производящие основания – из известных нам действий» [29, с. 74]. При этом Т. Гоббс подходил к рассуждению как к вычислению: «Вычислять – значит находить сумму складываемых вещей или определить остаток при вычитании чего-либо из другого» [Там же, с. 74]. Т. Гоббс дополняет это высказывание следующей фразой: «Складывать и вычитать можно и величины, тела, движения, времена, степени, качества, действия, понятия, отношения, предложения и слова (в которых содержится всякого рода философия)» [Там же, с. 76]. Таким образом, сложение и вычитание Т. Гоббс понимал не буквально, а фигурально. Если говорить на языке эпистем, то под сложением понимается объединение множеств эпистем, а под вычитанием – разность множеств, т.е. когда из множества эпистем изъято некоторое подмножество. Т. Гоббс говорил, что «всякий метод (в философии – *Авт.*), посредством которого мы исследуем причины вещей, является или соединитель­ным… (синтетическим – *Авт.*), или разделительным… (аналитическим – *Авт*.), или частью соединительным, а частью разделительным» [Там же, с. 120]. Синтетический метод интерпретируется с эпистемодидактической точки зрения как построение объединения множеств эпистем, а аналитический как рассмотрение подмножеств эпистем исходного множества. При этом Т. Гоббс считал, что «для каждого метода характерно умозаключение от известного к неизвестному» [Там же, с. 120], поэтому с точки зрения эпистемодидактических представлений метод интерпретируется как применение иерархических построений, в которых на первой ступени определяются первоначальные эпистемы, на второй – формируются множества эпистем, их объединения и др., на третьей – происходят «вычисления» новых эпистем («от известных к неизвестным»). На основании рассмотренной трехступенчатой иерархии эпистем строится последовательность таких иерархий, которые позволяют определять иерархию познания от явлений к причинам или от причин к явлениям.

Отдельно Т. Гоббс определял метод обучения, при котором необходимо «вести ум обучаемого по пути, пройденному самим обучаю­щим в процессе исследования к познанию найденного им» [Там же, с. 129]. Тем самым, с точки зрения эпистемодидактических представлений интерпретация метода обучения, определенного Т. Гоббсом, является частью интерпретации процесса познания (или проекцией процесса познания), так что в процессе обучения рассматриваются эпистемы, применяются различные «вычисления» (используя синтетический, аналитический и другие методы), формируются иерархии эпистем, что позволяет определять количественные оценки эпистем [147, с. 104].

Наряду с другими мыслителями прошлого «Я.А. Коменский, рассматривая обучение как специфи­ческий процесс отражения действительности, считал, что процесс обучения и его закономерности базируются на закономерностях процесса познания» [79, с. 222].

Рассуждая о методах обучения Я.А. Коменский утверждал, что «совершенное преподавание искусства предполагает сочетание синтеза и анализа» [55]. Синтез и анализ кратко интерпретируются соответственно как построение объединения множеств эпистем и как рассмотрение отдельных подмножеств эпистем по аналогии с эпистемодидактическими интерпретациями метода обучения, определенного Т. Гоббсом. При этом Я.А. Коменский полагал, что «в большинстве случаев синтетические упражнения нужно предпосылать аналитическим…: везде нужно начинать с легчайшего: легче же мы понимаем свое, а не чужое» [Там же]. Иначе говоря, целесообразно строить множество эпистем из усвоенных ранее эпистем, так что в результате таких построений приходим к усвоению соответствующего множества эпистем. Развивая свою мысль, Я.А. Коменский добавляет, что «к синтезу нужно прибавлять анализ чужих изобретений и работ» [Там же], что интерпретируется с точки зрения эпистемодидактических представлений как рассмотрение других сформированных множеств эпистем, относящихся к предмету освоения. В результате происходит постепенное расширение множества изучаемых эпистем с присоединением дополнительных элементов, начиная с простейших для восприятия с постепенным усложнением эпистем.

Таким образом, при изучении конкретного предмета строится иерархия эпистем: на первой ступени определяются эпистемы; на второй – отношения между этими эпистемами; на третьей – присоединяются другие (например, внешние) эпистемы; на четвертой – отношения между первоначальными и внешними эпистемами и т.д.

Говоря о разграничении вещей и понятий, Я.А. Коменский формулировал положение: «все, что нужно различать, должно быть различаемо с полной определенностью» [57, с. 65]. С точки зрения эпистемодидактических представлений: каждый класс эпистем строится из определенного множества эпистем; определяются сходства и различия между рассматриваемыми эпистемами и их отношениями. В результате, получаем две ступени иерархии эпистем. Эпистемодидактические интерпретации некоторых принципов обучения Я.А. Коменского рассматриваются в [134, с. 133].

Применение эпистемодидактических представлений к конкретным предметам изучения позволяет формировать количественные оценки и характеристики на каждой ступени иерархических построений и производить различные сопоставления.

И.Г. Песталоцци считал, что любое обучение должно следовать законам природы, т.е. быть природосообразным. Он формулировал сущность своего подхода к обучению: «каждое в совершенстве усвоенное знание какого-либо предмета наблюдения... граничит с научным способом познания того же предмета» [184, т. 2, с. 317]. Таким образом, с точки зрения эпистемодидактических представлений построение эпистем в процессе обучения должно соответствовать построению эпистем в процессе научного познания природы. И.Г. Песталоцци считал, что «все искусство обучения человека... представляет собой... следствие физико-механических законов» [Там же, т. 1, с. 50], т.е. законов природы. Приведем эпистемодидактические представления ряда законов, сформулированных И.Г. Песталоцци.

«1. Приведи в своем сознании все по существу взаимосвязанные между собой предметы в ту именно связь, в которой они действительно находятся в природе» [Там же, т. 1, с. 50]. С эпистемодидактической точки зрения это означает, что для каждого предмета изучения определяется множество эпистем, характеризующих этот предмет. Этими характеристиками, с одной стороны, являются длина, площадь, объем, вес, цвет и др., а с другой стороны, характеристики задаются теми или иными отношениями на эпистемах для каждого предмета в отдельности. Таким образом формируется трехступенчатая иерархия эпистем: первая ступень – эпистемы, определяющие предмет изучения; вторая – множество эпистем, характеризующих этот предмет; третья – отношения между рассматриваемыми эпистемами и множествами эпистем.

Ранее в этом параграфе рассматривались взгляды И.Г. Песталоцци на истинность и ложность знания, где с эпистемодидактической точки зрения эпистемы, определяемые природой, рассматриваются как истинные (являются «подлинной правдой» [Там же, т. 1, с. 50]). При формировании эпистем, задаваемых предметами, и определении их характеристик выявляются первостепенные (т.е. истинные) и прочие эпистемы, так что всякая прочая истинная эпистема должна быть следствием первостепенной эпистемы. Таким образом, эпистемодидактические представления истинных эпистем позволяют рассматривать двухступенчатую иерархию: на первой ступени – истинные (первостепенные) эпистемы, определяемые природой; на второй – прочие истинные эпистемы. Тем самым, используется аналитический метод изучения.

«4. Систематизируй все существующие на свете предметы по их сходству» [Там же, т. 1, с. 50]. С эпистемодидактической точки зрения выполнение этого закона подразумевает объединение эпистем по сходным признакам в множества, классы и др., тем самым, используются аналитический и синтетический методы изучения. Здесь формируются различные иерархии эпистем, определяемые выбором множеств, классов и др.

«7. Научись доводить до полного совершенства простые вещи, прежде чем ты перейдешь к чему-нибудь сложному» [Там же, т. 1, с. 51]. С эпистемодидактической точки зрения формируется четырехступенчатая иерархия эпистем: сначала формируются три ступени иерархии эпистем, как и в случае первого закона, затем на четвертой ступени к рассматриваемым эпистемам добавляются эпистемы, не рассматривавшиеся на предыдущих ступенях иерархии. Тем самым, эпистемодидактические представления показывают, что и в этом случае применяются аналитический и синтетический методы изучения. В результате, появляются новые эпистемы, множества эпистем, отношения эпистем и множеств эпистем, поэтому процесс построения иерархии эпистем может быть продолжен, что дает возможность определять количественные оценки эпистем.

Аналогично формируются эпистемодидактические представления других законов обучения, сформулированных И.Г. Песталоцци [148, с. 27].

На каждом шаге обучения возникают новые для обучаемых эпистемы или их отношения. Это относится к выявлению истинных эпистем, истинных отношений, к построению разбиений, к рассмотрению детализации классов, к расширению множеств эпистем. Эпистемодидактические представления взглядов И.Г. Песталоцци показывают, что природосообразное обучение также приводит к использованию аналитического и синтетического методов в обучении, построению множеств, отношений, иерархий эпистем, что перекликается с эпистемодидактическими представлениями метода познания и метода обучения Т. Гоббса, а также с эпистемодидактическими представлениями принципов обучения Я.А. Коменского.

Знания, которые передаются в процессе обучения каждому человеку, в определенный момент являются новыми. При этом восприятие и усвоение знаний проходит некоторые этапы, которые в разные годы различные авторы условно выявляли и называли ступенями познания или обучения. Эти вопросы исследуются в [108, с. 83; 109, с. 86; 111, с. 135; 123, с. 140; 147, с. 104; 167, с. 147; 170].

В. Ратке (Ратихий) определял две ступени познания: восприятия и умственной переработки [181, т. 3, с. 643]. С точки зрения эпистемодидактических представлений ступень восприятия интерпретируется как определение первичных (простейших, базисных и др.) эпистем восприятия. Ступень умственной переработки – это разбиения, объединения в множества, классы эпистем, рассмотрение отношений на множествах эпистем, в т.ч. распознавание взаимосвязей, зависимостей и т.д.

Эпистемодидактические представления ступеней познания в дополнение к качественным оценкам эпистем и множеств эпистем, позволяют формировать количественные оценки рассматриваемых эпистем и отношений на соответствующей ступени (например, количество эпистем и отношений и др.).

Интересные подходы к вопросам об усвоении знаний приводил в XVII веке М. Смотрицкий, который написал всемирно известную грамматику славянского языка. «Для своего времени − это прекрасная книга, показывающая, насколько Мелетий превосходил большинство своих современников ясностью ума и талантом изложения» [18]. М.В. Ломоносов называл грамматику М. Смотрицкого «вратами учености» [16, т. 23, с. 627]. В своих трудах М. Смотрицкий «подчеркивал необходимость сознательного усвое­ния учебного материала − «умом разумей слова». Им было выдвинуто пять ступеней обучения: «зри, внимай, разумей, рассмотряй, пáмятуй» [181, т. 3, с. 880].

Глагол «зри» является производным от глагола «зреть», т.е. «глядеть, смотреть; видеть, понимать, постигать, обращаться лицом куда» [32, т. 1, с. 694]. С точки зрения эпистемодидактических представлений на этой ступени происходит обзор, выявление разрозненных эпистем, характеризующих изучаемый предмет через ощущения, опыт. Глагол «внимай» является производным от глагола «внимать», т.е. «усваивать себе услышанное или читанное, устремлять на это мысли и волю свою» [Там же, т. 1, с. 216]. На этой ступени осуществляется рассмотрение эпистем и отношений между ними. Глагол «разумей» является производным от глагола «разуметь» – «понимать, постигать, знать, усвоить себе разумом или наукой» [Там же, т. 4, с. 53], т.е. в результате обучения (здесь слово «наука» понимается как «ученье, выучка, обучение» [Там же, т. 2, с. 489].Следовательно, на этой ступени появляются не только знания эпистем, а также формирование множеств эпистем (объединений, пересечений, включений, дополнений и т.д.). Глагол «рассмотряй» является производным от глагола «рассмотреть», т.е. «стараться увидеть и распознать, вникать зрением, напрягая его и соображая усмотренное, виденное…, созерцать умом, расследовать, соображать, иногда заключать» [Там же, т. 4, с. 48]. Ступень «рассмотряй» может быть интерпретирована как анализ и синтез эпистем и их отношений, как вывод эпистем, как построение разбиений, классификаций, иерархий эпистем, в т.ч. с выходом за пределы рассматриваемых эпистем и т.д. Глагол «пáмятуй» является производным от глагола «пáмятовать» или «пáмятать», т.е. «держать в памяти, помнить, не забывать, знать» [Там же, т. 3, с. 14]. С точки зрения эпистемодидактических представлений эта ступень интерпретируется как процесс усвоения рассмотренных эпистем, множеств эпистем и их отношений и закрепление их в памяти. Таким образом, для ступеней обучения М. Смотрицкого можно рассматривать интерпретацию на языке эпистем, когда из разрозненных простейших эпистем, получаемых из наблюдения, оформляется некоторая область знаний, т.е. усваиваются в памяти крупные эпистемы.

Ступени обучения, сформулированные М. Смотрицким, можно рассматривать как расширение ступеней познания, определенных В. Ратке: ступени «зри» и «внимай» являются разбиениями ступени «восприятия»; ступени «разумей» и «рассмотряй» представляют собой разбиения ступени умственной переработки; кроме того добавляется ступень «памятуй».

Исследуя «порядок, касающийся занятий» [56, с. 60], Я.А. Коменский в неявном виде формировал иерархическую систему процесса обучения. Рассмотрим некоторые шаги этих построений. Он считал, что «должны быть занятия: главные, второстепенные и третьестепенные» [Там же, с. 60], среди главных – «занятия в области: – 1. Чувства. 2. Ума. 3. Памяти. 4. Языка. 5. Рук. 6. Духа. 7. Сердца» [Там же, с. 61]. По Я.А. Коменскому: «строго определенных ступеней (шагов развития – Авт.) в каждом занятии есть три: начало, продолжение и завершение» [Там же, с. 61]. С эпистемодидактической точки зрения первую ступень иерархии обучения представляют три класса эпистем, определяющих занятия. Каждый класс состоит из эпистем, определяющих виды соответствующих категорий занятий, и такие эпистемы представляют собой вторую ступень иерархии обучения. Далее, каждая эпистема, входящая в классы, в свою очередь, рассматривается на трех ступенях, определяемых методами и подходами к обучению, тем самым, третья ступень иерархии обучения разбивается на три ступени рассмотрения эпистемы. Это означает, что на каждой ступени рассмотрения эпистемы возникают соответствующие новые эпистемы. Кроме того, «ступени обучения Коменский рассматривал дифференцированно в соответствии с возрастом учащихся и содержанием самого обучения» [79], что является подтверждением иерархичности порядка, касающегося занятий.

Исследование и упорядочивание эпистем и отношений между эпистемами, их обобщений и классификаций позволяет посредством экспертных оценок определять качественные характеристики и формировать количественные оценки на всех этапах изложения, усвоения и контроля знаний.

При сопоставлении ступеней обучения, определенных Я.А. Коменским и М. Смотрицким получаем: ступень «начало» включает ступени «зри» и «внимай», ступень «продолжение» – ступени «разумей» и «рассмотряй», ступень «завершение» – ступень «памятуй». Ступени обучения М. Смотрицкого и Я.А. Коменского включают в себя ступени познания В. Ратке, но при этом содержат дополнительные ступени.

Один из основателей традиционной школы И. Гербарт исследовал закономерности процесса обучения. В своей теории И. Гербарт определял два этапа усвоения: изучение и понимание. На каждом из этих этапов он также рассматривал статическую и динамическую стадии. Таким образом, И. Гербарт рассматривал четыре ступени усвоения знаний: изучение статическое и динамическое, понимание статическое и динамическое. «Благодаря изучению в статике представление извлекается из множества неясных представлений, в результате чего оно становится четким» [69, с. 47].

С точки зрения эпистемодидактических представлений статическое изучение соответствует тому, что определяются отдельные эпистемы, относящиеся к предмету изучения. «Изучение в динамике приводит к объединению уже отчетливого представления с другими» [Там же, с. 47]. На ступени динамического изучения эпистемы формируются в множества эпистем с учетом необходимых включений, объединений, пересечений, дополнений и т.д. «Благодаря пониманию в ста­тике объединения увязываются с ранее сформировавшимися представлениями в компактное целое, образуя систему понятий» [Там же, с. 47]. На ступени статического понимания определяются отношения, в т.ч. взаимосвязи внутри сформированных множеств эпистем и между этими множествами. «Понимание в динамике дает… возможность присоединять к усвоенным понятиям новые…, «строить новые элементы системы», приводя, таким образом, к методу» [Там же, с. 47]. На ступени динамического понимания происходит построение новых эпистем, множеств эпистем и отношений через установление отношений и взаимосвязей с внешними эпистемами по отношению к предмету изучения, присоединение к изученным на предыдущих этапах или ступенях усвоения множеств эпистем и т.д.

«Каждой ступени усвоения И. Гербарт поставил в соответствие определенную ступень обучения: ясность, ассо­циация, система и метод» [Там же, с. 47]. Эти четыре ступени обучения имеют эпистемодидактические интерпретации, аналогичные эпистемодидактическим представлениям ступеней усвоения; различия состоят в наполнении. Обучение является более широким понятием, чем усвоение, поэтому каждая из эпистем усвоения в определенном смысле входит в состав соответствующей эпистемы обучения.

Из сопоставления ступеней усвоения и обучения И. Гербарта и ступеней познания В. Ратке следует, что эпистемодидактические представления первых ступеней совпадают, а последующие ступени усвоения и обучения И. Гербарта вкладываются в ступень «умственной переработки» В. Ратке. В отличие от ступеней обучения М. Смотрицкого и Я.А. Коменского, у И. Гербарта не рассматривается ступень запоминания.

Рассматривая ступени усвоения знаний, О. Вильман, последователь И. Гербарта, «различает… три ступени…: восприятие, понимание, применение» [181, т. 1, с. 337]. При этом этап статического и динамического изучения по И. Гербарту О. Вильман представляет как одну ступень – ступень восприятия.

С точки зрения эпистемодидактических представлений на этой ступени определяются отдельные эпистемы и множества эпистем, относящиеся к предмету изучения. Ступень понимания по О. Вильману совпадает с этапом статического понимания по И. Гербарту. На этой ступени определяются отношения и взаимосвязи внутри сформированных множеств эпистем и между этими множествами. О. Вильман определяет ступень применения, которая совпадает со ступенью «понимания динамического» И. Гербарта. На этой ступени происходит построение новых эпистем, множеств эпистем и отношений между ними.

Эпистемодидактические исследования показывают, что ступень применения О. Вильмана соответствует представлениям этапа практического применения при формировании истинного знания по Я.А. Коменскому.

О. Вильман «содержание учебного процесса… рекомендовал делить на четкие части, связанные между собой по смыслу, что облегчает детям усвоение…: рассмотрение деталей, обзор в целом, запоминание небольшими частями и разнообразные упражнения» [181, т. 1, с. 337].

С точки зрения эпистемодидактических представлений процесс обучения подразумевает «рассмотрение деталей» – определение простейших эпистем; «обзор в целом» – определение множеств эпистем и отношений между ними; «запоминание небольшими частями» – сохранение в памяти элементов разбиения множеств эпистем «целого»; «разнообразные упражнения» позволяют, во-первых, контролировать изучение эпистем и отношений между ними, а, во‑вторых, рассматривать отношения изученных эпистем с внешними эпистемами. Эпистемодидактические представления показывают аналогии между формированием частей содержания учебного процесса, определенных О. Вильманом, и представлениями ступеней обучения, определенных И. Гербартом.

Один из выдающихся немецких педагогов В. Рейн, также являющийся последователем И. Гербарта, разработал схему ступеней овладения содержанием изучаемого материала, которая «включала подготовку нового материала, его изложение, согласованное с ранее известным материалом, обобщение и применение. Подготов­ка должна состоять в активизации в мышлении учащихся тех представлений, которые могут им помочь в усвоении нового материала» [69, с. 47].

С точки зрения эпистемодидактических представлений подготовка нового материала интерпретируется как определение эпистем, которые уже известны и будут необходимы для изучения нового материала, как общее рассмотрение новых эпистем. Подразумевается, что «изложение, согласованное с ранее известным материалом» [Там же, с. 47] разбивается на две ступени: «ступень изложения нового материала» и «ступень согласования». Ступень изложения нового материала интерпретируется с точки зрения эпистемодидактических представлений как введение эпистем, определяющих новые понятия, установление отношений между ними, объединение их в множества и т.д. Ступень согласования предполагает установление отношений как между вновь изучаемыми эпистемами, так и с изученными ранее. В определенном смысле, согласованность эпистем означает, что соответствующие эпистемы не противоречат друг другу. Эта эпистемодидактическая интерпретация соответствует интерпретации формирования противоречивых и непротиворечивых эпистем в процессе обучения по Я.А. Коменскому. На ступени обобщения происходит синтез и анализ рассматриваемых эпистем, построения их классификаций, иерархий, разбиений, факторизаций и т.д. На ступени применения эпистемы, часть из которых содержится внутри, а часть – вне изученных множеств эпистем, используются для уточнения рассмотренных и построения новых отношений между эпистемами.

Первая ступень В. Рейна («подготовка нового материала») расширяет первую ступень усвоения И. Гербарта («изучение статическое») и вкладывается в первую ступень усвоения О. Вильмана («восприятие»). Вторая ступень В. Рейна («изложение»), совпадает со второй ступенью И. Гербарта («изучение динамическое») и также входит в первую ступень О. Вильмана («восприятие»). Третья ступень В. Рейна («согласование») совпадает с третьей ступенью И. Гербарта («понимание статическое») и со второй ступенью О. Вильмана («понимание»). Четвертая ступень В. Рейна («обобщение») является особой ступенью в отличие от ступеней И. Гербарта и О. Вильмана. Пятая ступень В. Рейна («применение») входит в четвертую ступень усвоения («понимание динамическое») И. Гербарта и в третью ступень усвоения («применение») О. Вильмана. Тем самым, эпистемодидактические представления показывают, что В. Рейн видоизменяет наполнение ступеней И. Гербарта и О. Вильмана, а также разбивает последнюю их ступень на две самостоятельные ступени овладения содержанием изучаемого материала.

Г. Гегель рассматривал «мышление, как высшую ступень развития теоретического духа. Мышление проходит следующие ступени: рассудок, суждение, разум; оно (мышление – *Авт.*) является внутренне противоречивым, развивающимся, восходящим процессом» [181, т. 3, с. 493].

С эпистемодидактической точки зрения мышление определяет формирование иерархии эпистем: на первой ступени происходит упорядочивание эпистем на соответствующем уровне (рассудок), например, на уровне простейших эпистем; на второй – выстраиваются отношения между эпистемами (суждение); на третьей – происходит построение множеств эпистем и отношений между ними (разум); на четвертой – строятся и исследуются новые эпистемы (разрешаются противоречия). «Поставленные Г. Гегелем в этой связи проблемы до сих пор остаются важнейшими проблемами науки, именно: а) взаимоотношение представлений и понятий, б) взаимосвязь мышления и речи, в) взаимосвязь мышления и воли и др.» [Там же, с. 493]. Эти виды взаимоотношений и взаимосвязей определяют формирование соответствующих иерархий отношений эпистем.

С точки зрения эпистемодидактических представлений ступени познания В. Ратке и ступени мышления Г. Гегеля сопоставимы: ступень восприятия сопоставима со ступенью рассудка; ступень умственной переработки – со ступенями суждения, разума, разрешения противоречий, восхождения и развития.

Дж. Дьюи, основатель инструментализма (науки как инструмента жизни, или «прогрессивизма», т.е. антогонизма формализму) ставил целью сформировать у человека «дисциплинированный ум».В связи с этим Дж. Дьюи анализировал различные жизненные случаи и при этом писал, что «при рассмотрении в каждом случае более или менее ясно проявляются пять отдельных логических ступеней: (I) чувство затруднения, (II) его определение и определение его границ, (III) представление о возможном решении, (IV) развитие путем рассуждения об отношениях представления, (V) дальнейшие наблюдения, приводящие к признанию или отклонению» [35, с. 60].

С эпистемодидактической точки зрения первая ступень интерпретируется как рассмотрение разрозненных эпистем в связи с изучаемой темой. Вторая ступень предполагает конкретизацию рассматриваемых эпистем, их отбор и формирование множеств эпистем (тем самым, определяются признаки, свойства и характеристики эпистем). «Первая и вторая ступень часто сливаются в одну» [Там же, с. 60]. Другими словами, выявление разрозненных эпистем и формирование множеств эпистем через соответствующие признаки, свойства и характеристики образуют единый процесс в зависимости от конкретной рассматриваемой ситуации и глубины проблемы. Третья ступень включает в себя рассмотрение гипотезы, содержащей варианты отношений между соответствующими эпистемами и множествами эпистем (в т.ч. включения, объединения и пересечения множеств эпистем, их отношения, разбиения, иерархии, высказывания о предполагаемых оценках и т.д.). При этом «воспитание большого количества взаимно исключающих друг друга представлений или предположений является важным фактором правильного мышления» [Там же, с. 62], т.е. рассмотрение не только выдвинутой гипотезы, но и ее дополнений или альтернатив. В связи с этим, особую роль играет способность отбрасывать гипотезы, не соответствующие первым двум ступеням. На четвертой ступени происходит обоснование гипотезы, т.е. установление и обоснование отношений между эпистемами, формирование качественных и количественных оценок посредством анализа и синтеза, логических рассуждений и т.д. Заключительная пятая ступень предполагает использование и сопоставление эпистем в опытных условиях. В связи с чем, происходит либо их признание в качестве истинных, либо ложных, либо неопределенных. Если эпистемы принадлежат к первоначально рассматриваемым множествам, удовлетворяют сформированной гипотезе, то акт мышления завершен. В случае, когда происходит отклонение от результатов, предсказываемых гипотезой, происходит возвращение к первой и второй ступеням: таким образом, в некотором смысле, меняются первоначальные эпистемы, а, следовательно, возможны изменения эпистем и на других логических ступенях полного акта мышления (гипотез, отношений, качественных и количественных оценок, их обоснований и др.).

Ступени полного акта мышления, определенные Дж. Дьюи, перекликаются со ступенями мышления, определенными Г. Гегелем, а также со ступенями познания, сформулированными В. Ратке: процесс суждения по Г. Гегелю и процесс умственной переработки по В. Ратке предполагают, в некотором смысле, подтверждение или отклонение истинности эпистем, полученных при помощи выводов, тем самым, подразумевают возможность «концентрического возвращения» (рассмотрения заново) к основополагающим эпистемам и множествам эпистем.

Эпистемодидактические представления позволяют в явном виде сформулировать отличия между ступенями Дж. Дьюи и ступенями М. Смотрицкого, Я.А. Коменского, И. Гербарта, О. Вильмана, В. Рейна. Главным отличием является определение Дж. Дьюи особой ступени – высказывание гипотезы. Другим отличием является способ формирования первоначальных эпистем изучаемого материала. В эпистемодидактических представлениях ступеней по М. Смотрицкому, Я.А. Коменскому, И. Гербарту, О. Вильману, В. Рейну предполагается задание исходных истинных эпистем и переход при помощи истинных правил вывода к истинным заключительным эпистемам. Эпистемодидактические интерпретации ступеней полного акта мышления по Дж. Дьюи показывают допустимость пересмотра исходных эпистем после рассмотрения результатов обоснования гипотезы, тем самым, появляется возможность возвращения после экспериментальной проверки к уточнению первоначальных эпистем с последующими изменениями гипотезы в случае появления эпистем, не удовлетворяющих выбранной гипотезе. Таким образом, отражается возможный переход от одной к другой иерархии ступеней. При сопоставлении ступеней мышления Г. Гегеля и ступеней полного акта мышления Дж. Дьюи получаем, что ступени Г. Гегеля вкладываются в ступени Дж. Дьюи, в то время как у Дж. Дьюи присутствует дополнительная ступень, связанная с результатами рассматриваемой гипотезы (пересмотр исходных данных).

Различные мыслители в разные времена обращались к вопросам формирования понятий, языка (в т.ч. речи, изучению родного и новых языков) и определяли их роль в процессе обучения. В целом, процесс появления языка можно интерпретировать как построение наборов эпистем разных ступеней и уровней или, другими словами, формирование языковых иерархий эпистем. Это рассматривается в [98, с. 58; 108, с. 83; 123, с. 140; 147, с. 104; 148, с. 27; 158, с. 66].

Эпистемодидактические исследования показывают, что изучение новой учебной дисциплины аналогично изучению нового языка: определение эпистем учебной дисциплины сопоставимо с узнаванием эпистем нового языка, формирование множеств эпистем учебной дисциплины сопоставимо с определением классов эпистем нового языка, установление отношений и связей между эпистемами учебной дисциплины сопоставимо с построением отношений и связей между эпистемами нового языка, построение иерархий эпистем учебной дисциплины сопоставимо с заданием иерархий языковых конструкций. При этом в рамках эпистемодидактических исследований формируются количественные оценки рассматриваемых эпистем.

Значительное внимание вопросам формирования языка уделил английский философ Т. Гоббс. По Т. Гоббсу передача знаний осуществляется при помощи языка или речи, которая «дает возможность одному человеку обучать другого, т.е. сообщить ему то, что он знает» [29, с. 234], другими словами, эпистемы языка являются средством передачи любых других эпистем.

Первоначальными элементами формирования языка являются «метки, изобретенные… (человеком – *Авт.*) для развития своего мышления» [Там же, с. 82]. Метки с эпистемодидактической точки зрения интерпретируются как эпистемы первой ступени формирования языковой иерархии. Затем появляются «знаки, при помощи которых мысли одного могли бы быть сообщены и разъяснены другим» [Там же, с. 82]. Знаки рассматриваются как эпистемы, которые находятся в отношениях со знаками, известными некоторому сообществу людей. Другими словами, знаки – это либо метки, которые стали общепринятыми, либо метки, которые требуют объяснения. И в том, и в другом случаях, для образования знаков необходимы знания предварительных эпистем и отношений с общеизвестными эпистемами. Таким образом, знаки являются эпистемами второй ступени формирования языковой иерархии. Имя – это эпистема третьей ступени формирования языковой иерархии. Т. Гоббс писал, что «имя есть слово, произвольно выбранное нами в качестве метки…, и одновременно, будучи… обращенным к кому-либо другому» [Там же, с. 83], является знаком. В этом контексте эпистема, определяющая имя, может обозначать и метку, и знак, или, другими словами, эпистема, определяющая имя, является и эпистемой, установленной для некоторого человека, и эпистемой, известной для некоторого сообщества, и эпистемой, находящейся в отношениях с другими эпистемами, как известными, так и неизвестными сообществу.

Т. Гоббс давал два понимания слова: «в отличие от грамматики, где каждое отдельное слово считается именем, в философии надо считать одним именем также и сочетание любого числа слов, если это сочетание обозначает одну вещь» [Там же, с. 88]. Тем самым, в грамматике каждое имя является отдельной эпистемой, а в философии одним именем может быть названа эпистема, содержащая множество эпистем или отношений эпистем, относящихся к другим ступеням языковой иерархии. Таким образом формируются новые ступени языковой иерархии.

Т. Гоббс писал, что с целью упорядочивания имен «логики сделали попытку распределить по определенным шкалам, или ступеням, имена всех вещей путем подчинения имен с меньшим объемом именам с большим объемом… . Эти группировки и ряды имен они обычно называют категориями» [Там же, с. 88]. Другими словами, категории – это объединение эпистем в множества и обозначение этих множеств словами, т.е. можно сказать, что осуществляется синтез рассматриваемых эпистем, при помощи которого происходит переход на следующую ступень языковой иерархии. Иногда категория образуется взаимодополняющими эпистемами так, что каждая ступень в иерархии эпистем складывается из эпистемы и множества эпистем, лежащего вне этой эпистемы, образуя вместе новую эпистему для последующей ступени формирования иерархии. Таким образом, на каждой ступени происходит разбиение эпистем на классы.

Рассмотрим пример категории «тело» [Там же, с. 88] в соответствии с рисунком 16.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Не-тело | Тело | | | | |
|  | Неодушевленное | Одушевленное | | | |
|  | | Не-животное | Животное | | |
|  | | | Не-человек | Человек | |
|  | | | | Не-Петр | Петр |

Рисунок 16 – Формирование категории «тело», определенной Т. Гоббсом

Эпистемодидактическая интерпретация формирование категории «тело», определенной Т. Гоббсом, состоит из последовательного построения иерархии эпистем в соответствии с правилом в соответствии с рисунком 17:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| (k+1)-ая  ступень | Эпистемы вне определения «А», т.е. «не-А» | Эпистемы, определяющие «А»  (множество эпистем, объединяющих «не-В» и «В») | |
| k-ая  ступень |  | Эпистемы вне определения «В», т.е. «не-В» | Эпистемы, определяющие «В» |

Рисунок 17 – Формирование категорий эпистем

При рассмотрении имен с точки зрения философии одним из следующих этапов их развития является предложение. По Т. Гоббсу «предложение есть словесное выражение…, состоящее из двух соединенных связкой имен, посредством которого говорящий хочет выразить, что он относит второе имя к той самой вещи, которая обозначается первым, или (что то же самое) что первое имя содержится во втором» [Там же, с. 93]. Интерпретацией понятия «предложение» с точки зрения эпистемодидактических представлений является формирование отношений между эпистемами, где одна эпистема расширяет другую. Тем самым, формируются новые эпистемы более высоких ступеней иерархий (более сложных языковых иерархий эпистем). При этом глаголы, падежи, окончания, порядок слов в предложении служат эпистемами, устанавливающими отношения между именами.

Таким образом, в эпистемодидактических интерпретациях взглядов Т. Гоббса на формирование языкана первой ступени определяются эпистемы отдельного человека (метки); на второй – эпистемы, принятые в сообществе (знаки); на третьей – словесные эпистемы (имена); на четвертой – множества эпистем (категории); на пятой – отношения эпистем (предложения), что позволяет получать количественные оценки эпистем.

Т. Гоббс определял различные виды имен: «положительные и отрицательные имена...: положительными являются те имена, которые мы применяем при сходстве, равенстве или тождестве рассматриваемых вещей; отрицательными – те, которые мы применяем при различии, несходстве и неравенстве этих же вещей» [Там же, с. 85]; «противоречащие имена...: положительные и отрицательные имена исключают друг друга; они не могут быть применены к одной и той же вещи» [Там же, с. 85]; «общие имена» [Там же, с. 81], где «большей степенью общности обладает имя, применимое к большему числу, а меньшей – имя, применимое к меньшему числу вещей» [Там же, с. 86]; «имя однозначное и многозначное...: однозначными являются те имена, которые в одном и том же контексте всегда обозначают одну и ту же вещь; многозначными – те, которые обозначают то одно, то другое» [Там же, с. 87] и др. С эпистемодидактической точки зрения задаются разбиения по именам, что определяет разбиения и классификации соответствующих эпистем. В частности, положительные и отрицательные имена строятся в соответствии с правилом: множество эпистем, выбранное в качестве положительного, и множество эпистем, выбранное в качестве отрицательного, не имеют общих эпистем. Эпистемы, обозначающие общие имена, при количественном сравнении содержат большее количество соответствующих элементов (эпистем). Общие имена как обобщения всегда лежат на следующей ступени языковой иерархии эпистем по отношению к именам, характеризующим эпистемы предыдущей ступени. Каждому однозначному имени соответствует единственное множество эпистем. Многозначному имени могут соответствовать различные множества эпистем. Некоторым словам в разных областях знаний соответствуют различные наборы эпистем. Так, слово «математик», в одном смысле, означает человека, занимающегося математикой как наукой, а в другом – человека, глубоко изучающего предмет, не имеющего никакого отношения к математике. Многозначное имя может быть представлено в виде нескольких иерархий эпистем, в т.ч. непересекающихся между собой.

Поскольку образование является проекцией познания, то каждая из эпистем с точки зрения познания имеет проекцию на эпистемы с точки зрения образования. В частности, идеи Т. Гоббса о формировании языка в философии применимы к формированию языка в обучении, т.е. человек обучается меткам, знакам, именам, предложениям и т.д. – обучается в соответствии с формированием иерархий эпистем, определяющих эти понятия.

Рассматривая процесс изучения грамматики, Я.А. Коменский писал, что «сперва нужно предлагать изменять отдельные слова, затем конструировать слова по два, затем – одночленные, двухчленные, трехчленные предложения; далее дело должно дойти до построения периодов и, наконец, до построения речи в целом» [55]. Эпистемодидактические интерпретации показывают, что сначала рассматриваются отдельные эпистемы, затем – простейшие отношения между ними, далее отношения усложняются, строятся множества эпистем и отношений, затем происходит объединение этих множеств и отношений, и, наконец, происходит построение системы, определяемой этими объединениями множеств и отношений эпистем. Таким образом, формируется иерархия построения речи, что позволяет получать количественные оценки рассматриваемых эпистем.

В первую ступень эпистемодидактических интерпретаций по Я.А. Коменскому включаются (или отсутствуют) первая и вторая ступени интерпретаций по Т. Гоббсу. Фактически, первая ступень по Я.А. Коменскому совпадает с третьей ступенью интерпретаций по Т. Гоббсу. Вторая ступень интерпретаций по Я.А. Коменскому в явном виде в интерпретации по Т. Гоббсу отсутствует. Третья ступень интерпретаций по Я.А. Коменскому соответствует пятой ступени интерпретаций по Т. Гоббсу. Четвертая ступень интерпретаций по Т. Гоббсу не рассматривается (в явном виде) в интерпретации по Я.А. Коменскому. Кроме того, в интерпретации по Я.А. Коменскому имеется две дополнительных ступени иерархии (представляющих по Я.А. Коменскому соответственно периоды и речь).

С одной стороны, язык рассматривается как устная речь, с другой стороны, как письменность. С точки зрения формирования устной речи педагог И.Г. Песталоцци определил ряд ступеней, которые образуют иерархию эпистем. Первая ступень: «уже самый простой звук, посредством которого человек стремился выразить впечатление, произведенное на него каким‑либо предметом, был выражением наблюдения» [184, т. 1, с. 180]. Каждому впечатлению ставится в соответствие некоторая простейшая эпистема – звук. Со звуками могут быть связаны другие эпистемы – мимика, жесты и т.д. На второй ступени человек «от мимики и способности произносить звуки язык переходил к иероглифам и отдельным словам и долго давал лишь отдельным предметам отдельные названия» [Там же, с. 180], т.е. переход к символьным эпистемам формирует вторую ступень иерархии.На третьей ступени «сперва он (человек – *Авт.*) замечал наиболее бросающиеся в глаза отличительные признаки пред­метов, которым он и давал названия» [Там же, с. 180]. Каждый признак определяет некоторое множество эпистем, другими словами, на этой ступени происходит построение множеств эпистем, определение принадлежности соответствующему множеству эпистем по признаку. На четвертой ступени происходит переход «к качественным наименованиям, а вместе с тем – к наименованиям различий в действиях и свойствах предметов» [Там же, с. 180]. На этой ступени происходит разбиение множеств эпистем на подмножества, т.е. проводится классификация подмножеств по качественным признакам. Пятая ступень: «много позднее стало развиваться искусство делать отдельное слово многозначным» [Там же, с. 180]. Как уже отмечалось выше, при рассмотрении взглядов Т. Гоббса, многозначность слова означает, что для этого слова существуют, по крайней мере, две различные иерархии эпистем, которые обозначаются этим словом. Например, рациональным числом называют множество равных между собой дробей, в частности, дроби 1/2 и 2/4 означают одно и то же рациональное число, хотя дроби 1/2 и 2/4 получены различными путями – в одном случае единицу делим на два, в другом – два делим на четыре. Тем самым, при многозначности выбор значения эпистемы зависит от конкретного контекста.

На шестой ступени И.Г. Песталоцци «посредством изме­нения формы его (слова – *Авт.)* и добавления к нему соответствующего слова стало возможно точно выразить единство, множество, величину содержания слова, большую или меньшую величину его формы и числа и, наконец, даже все изменения, вызываемые в нем различием времени и пространства» [Там же, с. 180]. На этой ступени строятся выражения как элементы устной речи в смысле образования имен, т.е. использование измененного слова и дополнительных слов позволяет рассматривать три возможности: первая – рассматриваемое множество эпистем не изменяется, вторая возможность – множество эпистем сужается и третья – множество рассматриваемых эпистем становится шире. Кроме того, через эти измененные и дополнительные слова формируются отношения на множествах слов или на множествах эпистем, определяются внутренние и внешние изменения в слове, и появляется возможность перехода к более сложным эпистемам и иерархиям эпистем, тем самым, к устной речи в целом.

Сформированная эпистемодидактическая интерпретация иерархии эпистем позволяет получать количественные оценки эпистем.

Первые четыре ступени эпистемодидактических интерпретаций по И.Г. Песталоцци и ступеней интерпретаций по Т. Гоббсу, фактически, совпадают. Пятая ступень интерпретаций по И.Г. Песталоцци включается в третью ступень по Т. Гоббсу (Т. Гоббс рассматривает многозначность имен, в то время как И.Г. Песталоцци рассматривает многозначность слов). Шестая ступень интерпретаций по И.Г. Песталоцци включается в пятую ступень интерпретаций по Т. Гоббсу. Первые три ступени эпистемодидактических интерпретаций по И.Г. Песталоцци вкладываются в первые две ступени интерпретаций по Я.А. Коменскому. Четвертая и пятая ступени интерпретаций по И.Г. Песталоцци отсутствуют в интерпретациях по Я.А. Коменскому. Шестая ступень интерпретаций по И.Г. Песталоцци вкладывается в третью, четвертую и пятую ступени интерпретаций по Я.А. Коменскому.

Дж. Дьюи писал, что «язык заключает в себе… жесты, картины, монументы, зрительные образы, движения пальцев – все, что сознательно употребляется как знак, логически является языком» [35, с. 135]. С эпистемодидактической точки зрения рассмотрения Дж. Дьюи представляют язык в широком смысле – как все многообразие эпистем окружающего мира для каждого конкретного человека в конкретной среде его проживания. Заметим, что эпистемы, представляющие собой знаки, находятся в основании языковой иерархии. «Мысль имеет дело… с… понятиями или значениями» [Там же, с. 135], т.е. думая, мы используем отдельные сформированные эпистемы, отождествляя их с реально существующими предметами и процессами. Тем самым, происходит переход к следующей ступени языковой иерархии. В свою очередь, «знаки… являются… орудиями для группировки понятий по отношению друг к другу» [Там же, с. 138]. Другими словами, на этой ступени иерархии определяются эпистемы, которые либо входят в некоторое рассматриваемое множество эпистем, т.е. объединяются по какому‑либо признаку, либо не входят в это множество. Устанавливая взаимосвязь между словом и предложением, Дж. Дьюи указывал, что «слова не являются только именами, или названиями, отдельных понятий – они образуют также предложения, в которых понятия организуются по отношению друг к другу» [Там же, с. 138]. Тем самым, установление отношений между эпистемами позволяет формировать новые эпистемы, представляющие собой предложения. Построение предложения является следующей ступенью языковой иерархии. Кроме предложений, Дж. Дьюи определил рассуждения как элемент языка. Дж. Дьюи писал, что «как слова подразумевают предложение, так предложение подразумевает более обширное, целое, последовательное рассуждение, к которому оно относится» [Там же, с. 138]. Рассуждение можно рассматривать как эпистему, связывающую некоторое количество предложений, в т.ч. выводы, обоснования, конкретизации и т.д. Тем самым, осуществляется переход к построению новой ступени языковой иерархии. Развивая положения Дж. Дьюи о процессе языковых построений, можно перейти к наборам рассуждений, их классам и т.д., к построению новых ступеней языковой иерархии.

Таким образом, в эпистемодидактических интерпретациях взглядов Дж. Дьюи на формирование языкана первой ступени в качестве эпистем выбираются знаки; на второй –эпистемы, представляющие понятия и значения; на третьей – формирование множеств эпистем (группировки понятий); на четвертой – множества эпистем и отношения (предложения); на пятой – отношения между множествами эпистем (рассуждения), что позволяет получать количественные оценки эпистем.

Первая ступень эпистемодидактических интерпретаций по Дж. Дьюи включает первую и вторую ступени интерпретаций по Т. Гоббсу. Вторая ступень интерпретаций по Дж. Дьюи соответствует третьей ступени интерпретаций по Т. Гоббсу. Третья и четвертая ступени интерпретаций по Дж. Дьюи совпадают соответственно с четвертой и пятой ступенями интерпретаций по Т. Гоббсу. Эпистемодидактические исследования показывают, что пятая ступень интерпретаций по Дж. Дьюи является новой, расширяющей интерпретации системы представлений Т. Гоббса. Первые две ступени эпистемодидактических интерпретаций по Дж. Дьюи вкладываются в первые две ступени интерпретаций по Я.А. Коменскому. Третья ступень интерпретаций по Дж. Дьюи отсутствует в интерпретациях по Я.А. Коменскому. Четвертая ступень интерпретаций по Дж. Дьюи совпадает с третьей ступенью интерпретаций по Я.А. Коменскому. Пятая ступень интерпретаций по Дж. Дьюи является составляющей четвертой и пятой ступеней по Я.А. Коменскому. Первая ступень эпистемодидактических интерпретаций по Дж. Дьюи включает первые две ступени интерпретаций по И.Г. Песталоцци. Вторая и третья ступени интерпретаций по Дж. Дьюи, фактически, совпадают соответственно с третьей и четвертой ступенями интерпретаций по И.Г. Песталоцци. Пятая ступень интерпретаций по И.Г. Песталоцци отсутствует в явном виде иерархии ступеней интерпретаций по Дж. Дьюи. Пятая ступень интерпретаций по Дж. Дьюи включает шестую ступень интерпретаций по И.Г. Песталоцци.

С учетом значимости языка в обучении существенным является рассмотрение роли изучения родного и иностранных языков. Иногда возникает необходимость изучения учебных дисциплин на иностранном языке, поэтому в построении иерархии формирования знаний появляются дополнительные ступени.

Формулируя принципы обучения, В. Ратке писал, что «первоначальное обучение должно обязательно вестись на родном языке учащихся» [182]. С точки зрения эпистемодидактических представлений формируется двухступенчатая иерархия эпистем: на первой ступени – эпистемы родного языка; на второй – эпистемы, возникающие в процессе первоначального обучения на родном языке. Это позволяет получать количественные оценки эпистем.

Формулируя свое отношение к родному языку, Я.А. Коменский отмечал, что изучать надо «сперва, конечно, родной язык» [55]. Ставя метод изучения языков в ряд основополагающих в процессе обучения, Я.А. Коменский писал, что «новый язык изучается постепенно, а именно: сперва ученик приучается его понимать..., затем писать... и, наконец, говорить» [Там же]. В результате, с эпистемодидактической точки зрения изучение языков по Я.А. Коменскому представляется в виде четырехступенчатой иерархии: на первой ступени – изучение эпистем родного языка; на второй – узнавание эпистем нового языка; на третьей – воспроизведение эпистем в виде символьных обозначений; на четвертой – формирование отношений эпистем при использовании эпистем в речи. Заметим, что иногда новый язык изучается в другой последовательности, когда третья и четвертая ступени располагаются на одном уровне иерархии или меняются местами. Далее «нормой для составления правил нового языка должен быть язык, ранее изученный, чтобы было показано… различие между тем и другим» [Там же]. Таким образом, с эпистемодидактической точки зрения для построения и усвоения эпистем нового языка в сравнении с изученным ранее языком необходимо исходить из эпистем и отношений в изученных языках так, чтобы можно было провести параллели или продемонстрировать различия между эпистемами языков. Сопоставляя эпистемы нового и ранее изученного языков, можно строить отношения между этими эпистемами, используя словари перевода с одного языка на другой, соотношения и зависимости грамматических конструкций и др. Все это позволяет получать количественные оценки эпистем, отношений, множеств эпистем и т.д.

Первая ступень эпистемодидактических интерпретаций по Я.А. Коменскому совпадает с первой ступенью интерпретаций по В. Ратке. Ступени интерпретаций метода изучения нового языка по Я.А. Коменскому естественным образом включаются в ступень интерпретаций первоначального обучения по В. Ратке. В то же время, вторая ступень первоначального обучения по В. Ратке относится к первоначальному обучению любым учебным дисциплинам, а не только к изучению языков.

Составляя «Проект Регламента Академической гимназии», М.В. Ломоносов писал, что «если… гимназист еще не умеет в совершенстве читать и писать по-русски, то он должен оставаться в первом русском классе, пока не научится читать и писать в совершенстве» [78, с. 418]. С точки зрения эпистемодидактических представлений на первоначальных этапах обучения учащиеся должны овладеть и прочно усвоить именно эпистемы родного языка в различных формах – звуковой, символьной и пр. Кроме этого, «арифметика, геометрия и география должны преподаваться на русском языке» [Там же, с. 419], другими словами, учебные предметы, закладывающие основы знаний и непосредственно связанные с восприятием каждым человеком окружающего мира, также должны базироваться и формироваться на основе эпистем родного языка.

Эпистемодидактические интерпретации взглядов М.В. Ломоносова включают в себя эпистемодидактические интерпретации подходов В. Ратке при первоначальном обучении и эпистемодидактические интерпретации взглядов Я.А. Коменского на изучение языков. Тем самым, формируется двухступенчатая иерархия интерпретаций взглядов М.В. Ломоносова: на первой ступени – изучение эпистем родного языка; на второй – изучение эпистем основополагающих дисциплин с использованием эпистем родного языка, что позволяет получать количественные оценки эпистем.

В качестве следствия эпистемодидактических интерпретаций процесса обучения, определенного М.В. Ломоносовым, получаем, что изучение различных учебных дисциплин при билингвальном обучении является следующей ступенью иерархии процесса обучения и, следовательно, требует определения количественных характеристик эпистем этой ступени.

Великий русский педагог К.Д. Ушинский уделял особое внимание обучению родному языку: «учение детей отечественному языку имеет три цели: во-первых, развить в детях ту врожденную душевную способность, которую называют даром слова; во-вторых, ввести детей в сознательное обладание сокровищами родного языка и, в-третьих, усвоить детям логику этого языка, т.е. грамматические его законы в их логической системе. Эти три цели достигаются не одна после другой, но совместно» [244, кн. 2, с. 175]. Таким образом, с эпистемодидактической точки зрения процесс усвоения эпистем родного языка представляет три ступени иерархии эпистем: на первой ступени – усвоение простейших эпистем («дар слова»); на второй – формирование отношений между эпистемами (владение языком); на третьей – построение новых, более сложных эпистем («грамматические... законы в их логической системе»). При этом процесс изучения родного языка осуществляется посредством последовательных переходов с одной ступени на другую (независимо от «высоты» или «глубины» ступени). Эпистемодидактические интерпретации позволяют получать количественные оценки рассматриваемых эпистем.

Эпистемодидактическая иерархия обучения родному языку по К.Д. Ушинскому включается в первые ступени интерпретаций по В. Ратке, по Я.А. Коменскому и по М.В. Ломоносову.

К.Д. Ушинский писал, что «плод рассудочного процесса... есть слово. Этот плод… пробудит в них (потомках – *Авт.*) понятия, идеи и чувства, которые создавали и развивали это слово» [244, кн. 3, с. 280]. В эпистемодидактических интерпретациях формирование слова как «атома» [Там же, с. 280] языка позволяет формировать новые языковые эпистемы, связанные новыми отношениями с другими эпистемами (в т.ч. определяющими понятия, идеи и чувства). С точки зрения эпистемодидактических исследований процесс появления слова является особой ступенью построения новых эпистем в языковых иерархиях. Соответствующие эпистемы, отношения между эпистемами, связи и зависимости на каждой ступени формирования слова позволяют формировать количественные оценки эпистем.

В эпистемодидактических интерпретациях слово определяется через эпистемы (имена и виды имен по Т. Гоббсу), через эпистемы и отношения между ними (единичные слова и изменения слов по Я.А. Коменскому), через множества эпистем (при наименовании различий в действиях и свойствах предметов, включая многозначность слов, по И.Г. Песталоцци; при группировке понятий по отношению друг к другу и установлении основы для формирования предложений по Дж. Дьюи), через эпистемы, множества эпистем и отношений между ними, позволяющими формировать новые эпистемы (т.е. «атомы» развивающегося языка по К.Д. Ушинскому).

Особо отметим различие подходов на связь слова и процесса рассуждения по К.Д. Ушинскому и по Дж. Дьюи. У К.Д. Ушинского слово является результатом рассудочного процесса, что с эпистемодидактической точки зрения представляет эпистемы, определяющие слово, как сложный объект и ставит его на вершину иерархии, который при помощи отношений развивается и позволяет переходить к эпистемам, определяемым понятиями, идеями, чувствами (т.е. происходит формирование иерархии «сверху-вниз»). У Дж. Дьюи, наоборот, идет процесс перехода от слова к предложению и затем к рассуждению, который в эпистемодидактической интерпретации отражает построение от простейших эпистем к более сложным по составу (т.е. происходит формирование иерархии «снизу-вверх»).

Рассмотрим далее примеры построения эпистемодидактических иерархий методических и методологических трудов.

Примером расположения материала в виде иерархии эпистем служит представление содержания фундаментального труда Я.А. Коменского «Великая дидактика». В этом труде при некотором разбиении материала определяется четыре ступени построения иерархии эпистем [134, с. 133]. Каждая глава книги разбита на части, которые иногда называются «основоположениями природы», иногда «правилами». Рассматривая основоположения, отметим, что они устроены одинаково и разбиты на стандартные по структуре составляющие. В названии основоположения формулируется его основная цель, т.е. «цель изложения». Я.А. Коменский в каждом основоположении определяет четыре основные составляющие: первая – это пример из природы или из человеческой деятельности, вторая – «подражание», третья – «отклонение» и четвертая – «исправление». Эти составляющие, в свою очередь, состоят из пунктов. Таким образом, определяется четыре ступени иерархии эпистем: первая ступень – главы; вторая – основоположения; третья – составляющие основоположений; четвертая – пункты в основоположениях. Определение этих эпистем, в свою очередь, задает соответствующие разбиения этого труда на каждой из ступеней. Заметим, что при построении представлений расположения материала в виде иерархии эпистем, отношения и взаимосвязи между эпистемами задаются явными описаниями Я.А. Коменского или посредством его вводных фраз.

Рассмотрим эпистемодидактические представления основоположения VII из главы XVI. Сдвигом вправо будем обозначать понижение ступени иерархии, а сдвигом влево – повышение ступени.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «Глава XVI. Общие требования обучения и учения» [57, с. 47]. | | | |
|  | *Ступень 2.* «Основоположение VII. Все постепенно, и никаких скачков» [Там же, с. 55]. | | |
|  |  | *Ступень 3.* «Подражание» [Там же, с. 56]. | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «В природе все сцепляется одно с другим» [Там же, с. 56]. |
|  |  | *Ступень 3.* «Отклонение» [Там же, с. 56]. | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «Не установив задач и средств для их достижения и порядка использования этих средств, легко что-либо пропустить, извратить, запутать дело» [Там же, с. 56]. |
|  |  | *Ступень 3.* «Исправление» [Там же, с. 56]. | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «Распределение времени и работ необходимо соблюдать точно, чтобы ничто не было пропущено и извращено» [Там же, с. 56]. |

Одним из ярких примеров эпистемодидактических представлений расположения материала в виде иерархии эпистем является представление содержания труда Г. Гегеля «Феноменология духа» [144, с. 107]. Сознание, самосознание и абсолютный субъект выступают как обобщенные эпистемы первой части «Феноменология духа». В свою очередь, сознание, как таковое, содержит три эпистемы: «Чувственная достоверность или «это» и мнение», «Восприятие или вещь и иллюзия» и «Сила и рассудок, явление и сверхчувственный мир»; самосознание включает эпистему: «Истина достоверности себя самого»; абсолютный субъект содержит четыре эпистемы: «Достоверность и истина разума», «Дух», «Религия», «Абсолютное знание». При проведении исследования каждой из этих эпистем далее обнаруживается, что в целом в «Феноменологии духа» определяются до восьми ступеней построения иерархии «науки об опыте сознания».

Рассмотрим эпистемодидактические представления ряда эпистем, формирующих первую часть труда.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «Часть первая. Наука об опыте сознания» [25]. | | | | | | | |
|  | *Ступень 2.* «[С. Абсолютный субъект]» [Там же]. | | | | | | |
|  |  | *Ступень 3.* «VI. Дух» [Там же]. | | | | | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «В. Отчужденный от себя дух; образованность» [Там же]. | | | | |
|  |  |  |  | *Ступень 5.* «II. Просвещение» [Там же]. | | | |
|  |  |  |  |  | *Ступень 6.* «а. Борьба просвещения с суеверием» [Там же]. | | |
|  |  |  |  |  |  | *Ступень 7.* «[3. Право просвещения]» [Там же]. | |
|  |  |  |  |  |  |  | *Ступень 8.* «[(α) Самодвижение мысли]» [Там же]. |

В основании такого разбиения определяются простейшие эпистемы. Из этих простейших эпистем при переходе на следующую ступень складываются более общие эпистемы. Отношения между эпистемами раскрываются исследованием текста труда Г. Гегеля (в частности, исследованием предисловий и заключений к соответствующим разделам, а также основного текста самих разделов). Таким образом, выстраивается представление расположения материала труда Г. Гегеля «Феноменология духа» в виде иерархии эпистем.

Эпистемодидактические представления содержания труда Дж. Дьюи «Психология и педагогика мышления» определяют до пяти иерархических ступеней: первая ступень – части; вторая – главы; третья – разделы; четвертая – подразделы; пятая – пункты. Отношения между эпистемами раскрываются исследованием текста.

Рассмотрим эпистемодидактические представления ряда эпистем восьмой главы этого труда.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «Часть вторая. Соображения о природе логического» [35, с. 57]. | | | | |
|  | *Ступень 2.* «Глава восьмая. Суждение: толкование фактов» [Там же, с. 81]. | | | |
|  |  | *Ступень 3.* «§ 1. Три фактора суждения» [Там же, с. 81]. | | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «2. Выслушивание спора, разбор дела, т.е. взвешивание различных отношений» [Там же, с. 83]. | |
|  |  |  |  | *Ступень 5.* «а) определение фактов, важных в данном случае» [Там же, с. 83]. |
|  |  |  | | «b) развитие понятий, или идей, вызываемых голыми фактами» [Там же, с. 83]. |

Эпистемодидактические исследования позволяют в иерархиях интерпретаций содержания классических трудов Я.А. Коменского, Г. Гегеля и Дж. Дьюи формировать соответствующие количественные оценки рассматриваемых эпистем.

Рассмотрим эпистемодидактические представления методики преподавания математики в общеобразовательной школе, предложенной Ю.М. Колягиным и др. [160, с. 265]. При анализе этого труда определяется, как минимум, пять ступеней построения методики: первая ступень – глава, вторая – параграф, третья – пункт; четвертая – подпункт; пятая – составляющие эпистемы подпунктов.

Рассмотрим эпистемодидактические представления ряда эпистемглавы V методики.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «Глава V. Принципы, методы, формы и средства обучения  математике» [53, с. 293]. | | | | |
|  | *Ступень 2.* «§ 2. Методы и формы обучения математике» [Там же, с. 304]. | | | |
|  |  | *Ступень 3.* «2.5. Типология методов и форм обучения математике» [Там же, с. 310]. | | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «2. Методы изучения» [Там же, с. 311]. | |
|  |  |  |  | *Ступень 5.* «1. Научные методы изучения математики» [Там же, с. 311]. |
|  |  |  |  | «2. Учебные методы изучения математики» [Там же, с. 311]. |

Рассмотрим эпистемодидактические представления иерархии в концепции «Новые подходы во взаимодействии средней и высшей школы в математическом образовании». В работе «сформулированы основные подходы... к... содержанию многоуровневого математического образования в средних общеобразовательных учебных заведениях» [92, с. 36] с точки зрения высшей школы. В результате, определяется до шести ступеней иерархии эпистем в изложении материала: первая ступень – параграфы; вторая – пункты; третья – подпункты; четвертая – абзацы; пятая – первые предложения в абзацах; шестая – формулировки, раскрывающие первые предложения абзацев. Разбиение на эпистемы с точки зрения методики и с точки зрения изучения учебного материала обучаемыми может быть различным, поскольку методика является «надстройкой» над предметом. С точки зрения методики математики важным элементом являются эпистемы: «научные методы изучения математики» и «учебные методы изучения математики», а с точки зрения обучаемых важны конкретные изучаемые эпистемы. Заметим, что обучающим известны все эпистемы, а обучаемый вместе с обучающими шаг за шагом строят новые эпистемы.

Рассмотрим эпистемодидактические представления ряда эпистем из параграфа 4 Концепции [160, с. 265].

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «§ 4. Особенности подходов» [92, c. 38] | | | | | |
|  | *Ступень 2.* «Аксиоматический метод» [Там же, с. 38]. | | | | |
|  |  | *Ступень 3.* Сложности, возникающие при изучении математики на аксиоматической основе: «Изучение математики в общеобразовательной школе на аксиоматической основе непросто по нескольким причинам» [Там же, с. 39]. | | | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «В-третьих, применение аксиоматического подхода предполагает, что всякое вновь формулируемое утверждение подлежит доказательству, исходя из уже установленных утверждений, или должно приниматься в качестве новой аксиомы» [Там же, с. 39]. | | |
|  |  |  |  | *Ступень 5.* Проблематичность реализации: «Однако само понятие доказательства также непросто и анализируется лишь в некоторых высших учебных заведениях в курсах математической логики» [Там же, с. 39]. | |
|  |  |  |  |  | *Ступень 6.* Ограничения: «В общеобразовательной школе обычно ограничиваются выработкой навыков логических рассуждений на уровне многочисленных примеров и действий по образцам» [Там же, с. 39]. |

Рассмотрим эпистемодидактические представления методических пособий по математике для учителей 5**–**11 классов [51] к многоуровневым учебникам по математике [52] для 5–11 классов общеобразовательной школы, рекомендованных Министерством образования и науки РФ (ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.) [160, с. 265]. В учебных пособиях содержание материала образует иерархии эпистем: первая ступень – главы, вторая – параграфы, третья – пункты и т.д.

Приведем иллюстрацию определения ступеней построения одной из глав методического пособия для 5 класса.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* «Глава 2. Об измерении величин» [51, c. 23]. | | | |
|  | *Ступень 2.* «§ 3. Значения по недостатку и избытку» [Там же, с. 28]. | | |
|  |  | *Ступень 3.* «Указания к решению наиболее трудных задач» [Там же, с. 30]. | |
|  |  |  | *Ступень 4.* «Задача 11» [Там же, с. 30]. |

Эпистемодидактические исследования позволяют в иерархиях интерпретаций указанных методических трудов сформировать соответствующие количественные оценки рассматриваемых эпистем.

В приведенных примерах иерархии эпистем совпадают с соответствующей рубрикацией (рубрикация – это «деление... на части, разделы, главы, параграфы и т.п., выполненное по определенной системе» [16, т. 22, с. 345]) излагаемого материала. Заметим, что всякая рубрикация является объединением различных иерархических построений, при этом функциональные связи эпистем могут приводить к другим иерархиям представления материала и т.д. Построение иерархий для рассмотренных трудов формируется следующим образом: на первом шаге материал разбивается на «крупные» эпистемы, на втором шаге ­эти «крупные» эпистемы разбиваются на более «мелкие» эпистемы и т.д. Другими словами, процесс построения ступеней иерархий эпистем идет «сверху-вниз» (от более «крупных» эпистем к более «мелким»). Возможен и обратный процесс («снизу-вверх»): на первом шаге определяются базисные (или простейшие) эпистемы, затем устанавливаются отношения между ними – это второй шаг, далее на основе этого выполняются следующие шаги, т.е. строятся новые ступени иерархии эпистем, в которых формируются новые эпистемы и отношения между новыми и исходными эпистемами и т.д.

При формировании содержания образования и организации процесса обучения иногда удобно использовать построения иерархий эпистем «сверху-вниз», а иногда – «снизу-вверх». Например, при планировании процесса обучения удобно использовать построение иерархий эпистем вида «сверху-вниз», рассматривая целое и его составляющие, доходя до простейших эпистем учебного материала. В то же время, при определении учебного времени для изучения всего учебного материала удобно использовать простейшие эпистемы и с их помощью строить иерархии эпистем «снизу-вверх», зависящие от разных единиц времени.

Таким образом, в рамках данного параграфа решены задачи построения эпистемодидактических иерархий в отношении ряда вопросов развития познания и формирования знаний, проведены ряд сопоставлений, получены качественные и количественные оценки эпистем, в т.ч. выявлено количество ступеней в иерархиях познания, построения учебного материала, процесса обучения и др.

Рассмотрены эпистемодидактические иерархии ступеней восприятия по Сократу, восхождения сознания по Платону, свойств обучения и включения единичных понятий в виды и роды по Аристотелю, где последнее, в частности, определяет построение вложений соответствующих ступеней в эпистемодидактической иерархии.

При рассмотрении ступеней «человека знающего» по Сократу и Аристотелю с точки зрения эпистем в обоих случаях формируются четрырехступенчатые иерархии, в которых у Сократа на последней ступени предполагается умение использовать новые эпистемы во взаимосвязях с другими эпистемами, а у Аристотеля – построение новых эпистем и отношений эпистем в разных областях знаний.

Процессы выведения следствий из посылок по А. фон Больштедту, познание через исследование Ф. Бэкона, роды познания Н. Мальбранша, ступени возникновения идей П. Гольбаха формируют эпистемодидактические иерархии, которые определяют соответствующие проекции на процесс обучения.

При формировании содержания и организации процесса обучения подчеркивается важность правил вывода как отношений ряда эпистем, последовательно связанных друг с другом.

Эпистемам могут приписываться истинные значения (подтвержаемые действительностью), ложные (неправильные, ошибочные), либо неопределенные (в настоящий момент невозможно установить их истинность или ложность). Эпистемодидактические представления взглядов Сократа позволяют рассматривать их как построение новых эпистем путем вывода, причем истинность или ложность этих новых эпистем зависит от истинности или ложности исходных эпистем, а также истинности или ложности вывода. С точки зрения эпистем взгляды на истинность Аристотеля определяют использование истинных эпистем, истинных правил вывода и получение таким образом новых истинных эпистем. Эпистемодидактические построения взглядов П. Абеляра ближе к построениям соответствующих взглядов Сократа, поскольку не предполагается выбора истинных исходных эпистем, а только используются истинные правила вывода. Рассмотрение взглядов Ф. Бэкона с точки зрения эпистем повторяет переход от исходных эпистем посредством правил вывода к новым эпистемам, но на каждом шаге соответствующие эпистемы и отношения проверяются эпистемами, представляемыми опытом как основанием истиности. Эпистемодидактические представления положений Т. Гоббса позволяют говорить о том, что выбор истинных эпистем и истинных правил выбора является гарантией получения истинных заключений, что пересекается с соответствующими представлениями Аристотеля, а выбор ложных эпистем может привести как к истинной, так и к ложной эпистемам. Новым с эпистемодидактической точки зрения в представлениях Р. Декарта является разбиение исходных истинных эпистем, а также разбиение истинных эпистем, получаемых в результате выводов, перед переходом к итоговой истинной эпистеме. Эпистемодидактические представления взглядов Я.А. Коменского на истинность изучаемого материала включают в себя эпистемодидактическую интерпретацию по Аристотелю, а также предполагают дополнительный шаг, на котором происходит практическое использование полученных истинных эпистем. Эпистемодидактические представления взглядов И.Г. Песталоцци на истинность в процессе обучения перекликаются с соответствующими представлениями взглядов Р. Бэкона, здесь эпистемы и отношения необходимо сопоставлять с природой, которая дает представление об истинных эпистемах.

Эпистемодидактические представления согласования, отрицания и противоречия эпистем в вопросах о сохранении знания у Сократа, определения положительных и отрицательных имен Т. Гоббса, процесса обучения по Я.А. Коменскому предполагают разбиение эпистем на два непересекающихся множества: рассмотрение одного множества и другого множества, эпистемы которого отрицают или противоречат исходному множеству эпистем.

Эпистемодидактические представления метода познания и метода обучения, определенных Т. Гоббсом, которые схожи в интерпретациях и предполагают формирование иерархических построений, начиная с рассмотрения эпистем, множеств эпистем, отношений между ними, и далее различных преобразований – либо объединения эпистем (синтетический метод), либо рассмотрение подмножеств эпистем в исходном множестве (аналитический метод). При рассмотрении с эпистемодидактической точки зрения некоторых принципов обучения Я.А. Коменского происходит постепенное расширение множества изучаемых эпистем путем присоединения дополнительных эпистем и установления отношений, начиная с простейших эпистем для восприятия и постепенным их усложнением. Интерпретации с эпистемодидактической точки зрения законов природосообразного обучения И.Г. Песталоцци предполагают рассмотрение эпистем, множеств эпистем и отношений в природе, используются синтетический и аналитический методы, что перекликается с эпистемодидактическими интерпретациями метода познания и метода обучения Т. Гоббса и принципов обучения Я.А. Коменского.

Эпистемодидактические исследования позволяют на уровне понятий эпистема, множество эпистем, отношения между эпистемами и множествами эпистем определять и сопоставлять ступени формирования знаний и обучения. В связи с этим рассмотрены ступени познания В. Ратке, ступени обучения М. Смотрицкого, Я.А. Коменского, ступени усвоения знаний и ступени обучения И. Гербарта, ступени усвоения знаний и ступени учебного процесса по О. Вильману, ступени овладения содержанием, сформулированные В. Рейном. При этом, в частности, ступени усвоения знаний И. Гербарта при построении эпистемодидактических иерархий на этапе изучения определяются ступенями, где на одной ступени рассматриваются эпистемы, относящиеся к предмету изучения, на другой – множества таких эпистем, а на этапе понимания формируются различные отношения для рассмотренных эпистем и множеств эпистем и далее устанавливаются отношения с другими внешними к предмету изучения эпистемами. Ступеням усвоения знаний соответствуют аналогичные с точки зрения эпистемодидактических построений ступени обучения И. Гербарта. Ступени усвоения знаний по О. Вильману соответствуют ступеням усвоения И. Гербарта с тем отличием, что ступени этапа изучения у О. Вильмана объединены в одну, которая с эпистемодидактической точки зрения представляет собой рассмотрение эпистем и множеств эпистем. Ступени овладения содержанием В. Рейна с эпистемодидактической точки зрения имеют ряд отличительных особенностей, в частности, первая ступень В. Рейна расширяет первую ступень усвоения И. Гербарта, а также определяется новая ступень по сравнению со ступенями И. Гербарта и О. Вильмана, на которой происходит анализ и синтез изучаемых эпистем.

Ступени мышления по Г. Гегелю, а также ступени полного акта мышления Дж. Дьюи определяют формирование соответствующих иерархий эпистем. При этом, в частности, ступени полного акта мышления Дж. Дьюи включают ступень гипотезы, что с эпистемодидактической точки зрения предполагает, начиная со ступени установления отношений между эпистемами и множествами эпистем, возможность рассмотрения заново исходных эпистем и их множеств, а на последней ступени эпистемодидактической иерархии либо завершается процесс, либо пересматриваются исходные эпистемы.

Отмечено, что изучение новой дисциплины с эпистемодидактической точки зрения аналогично изучению нового языка, а использование эпистемодидактических интерпретаций позволяет оценивать сложность языковых эпистем и конструкций.

Эпистемодидактические интерпретации конструирования языка по Т. Гоббсу, процесс построения речи, определенный Я.А. Коменским, формирование устной речи по И.Г. Песталоцци, взгляды Дж. Дьюи на формирование языка позволяют рассматривать соответствующие многоступенчатые иерархии, в которых происходит переход от эпистем к формированию множеств эпистем и установлению различных отношений между эпистемами и множествами эпистем. Формирование устной речи по И.Г. Песталоцци с эпистемодидактической точки зрения, в частности, предполагает переход от звуковых и символьных эпистем к формированию множеств эпистем, и далее к разбиениям на подмножества, формированию отдельных иерархий, построению множеств другого порядка и установлению отношений между эпистемами и множествами эпистем.

Для процесса обучения на родном языке также могут быть сформированы соответствующие эпистемодидактические иерархии, где на первой ступени расположены эпистемы родного языка. В частности, это верно для рассмотрения с точки зрения эпистем принципов обучения В. Ратке, метода изучения языков Я.А. Коменского, первоначального обучения по М.В. Ломоносову. При изучении родного языка по К.Д. Ушинскому слово определяется как ключевой объект, и с точки зрения эпистемодидактических представлений слово формируется переходом от эпистем восприятия, отношений между эпистемами к обозначениям эпистем и далее на этой основе образуются новые эпистемы для понятий, идей, чувств и пр.

При рассмотрении методических и методологических трудов расположение материала, раскрывающее их содержание, формируется в соответствии с рубрикацией, что определяет построение многоступенчатых иерархий от более крупных эпистем к более мелким. В данной работе такие эпистемодидактические представления формируются на примере трудов Я.А. Коменского «Великая дидактика, Г. Гегеля «Феноменология духа», Дж. Дьюи «Психология и педагогика мышления», а также в методике «преподавания математики в средней школе» (по Ю.М. Колягину и др.), при рассмотрении новых подходов «во взаимодействии средней и высшей школы в математическом образовании» (по А.А. Никитину и др.), в методических пособиях по многоуровневому обучению математике (по В.В. Козлову, А.А. Никитину и др.).

Сами по себе иерархические конструкции обеспечивают наглядность и доступность восприятия, направление построения иерархий («сверху-вниз» или «снизу-вверх») связано с конкретными задачами, возникающими при формировании содержания образования или организации процесса обучения, а получаемые качественные и количественные оценки дают возможность для проведения сопоставлений и сравнений исследуемых эпистем.

**Выводы по главе 2**

1. Разбиения учебных дисциплин на классы эпистем (непересекающиеся множества эпистем) зависят от выбора параметра (времени, объема, уровня эпистем и др.) и позволяют формировать параметры эпистем, классов эпистем, самих учебных дисциплин, рассматривать отношения параметров эпистем, что дает возможность задавать формы представления эпистем (в виде программ, учебных пособий и т.д.).
2. Исследования разбиений эпистем приводят к рассмотрению равнозначных эпистем по отношению к выбранному параметру (т.е. равнозначные эпистемы имеют одно и то же количественное значение параметра), другими словами, к факторизации первоначального множества эпистем. Построение разбиений и факторизаций множеств эпистем позволяют индуцировать разбиения и факторизации на подмножества эпистем, и наоборот, разбиения и факторизации подмножеств эпистем позволяют распространять эти разбиения и факторизации на первоначальное множество эпистем. Для любых двух факторизаций учебной дисциплины существует третья, согласованная с первоначальными, факторизация дисциплины, включающая обе первые факторизации (т.е. классы третьей факторизации формируют классы первой и второй факторизаций). Факторизации непересекающихся множеств эпистем одной учебной дисциплины позволяют сопоставлять классы этих факторизаций. Последовательное рассмотрение нескольких учебных дисциплин позволяет формировать наложения факторизаций множеств эпистем и строить новые факторизации объединения учебных дисциплин.
3. Факторизации учебных дисциплин и измерение простейших эпистем этих дисциплин определяют отношения измерений дисциплин и иерархии построения этих отношений, что позволяет дифференцировать дисциплины по уровням сложности и строить сопоставления учебных дисциплин, ступеней и систем образования, а также рассматривать вложения и согласования учебных дисциплин. Контроль усвоения эпистем учебной дисциплины опирается на проверку знаний минимальных наборов базисных эпистем, входящих в классы, и минимального количества классов эпистем, знание которых отражает специфику усвоения дисциплины в целом, и понимание иерархического строения эпистем изучаемого материала.
4. На языке эпистем формулируются условия передачи и восприятия знаний: а) использование одних и тех же эпистем обучающими и обучаемыми; б) повторение известных эпистем и формулировки новых, подлежащих изучению; в) формирование эталонов для измерения эпистем относительно объема и времени изучения эпистем (изложения, усвоения, повторения, «входного» и «выходного» контроля и др.) для соответствующих ступеней и уровней обучения; г) установление оптимумов при изучении эпистем обучаемым или группой обучаемых с учетом нормирования параметров эпистем, определения частоты использования эпистемы в учебной дисциплине и др.; д) исследование для рассматриваемых эпистем зависимостей между значениями заданного параметра, между различными параметрами (при изложении, усвоении, повторении, контроле) для соответствующих ступеней и уровней обучения; е) определение продолжительности и равномерности (сопоставимости) изучения эпистем с учетом их трудности и сложности на различных ступенях и уровнях обучения; ж) обучение на соответствующих ступенях и уровнях требует необходимой подготовки обучающих и обучаемых усвоения эпистем, определяемых этими ступенями и уровнями; з) развитие информационных технологий определяет развитие методических подходов к обучению.
5. При исследовании количественных измерений эпистем учебных дисциплин определяются интегральные характеристики эпистем (мультипликативные, относительные, в т.ч. трудоемкость, трудозатраты), их предельные значения, что позволяет формировать эпистемы, равнозначные единичным, и иерархии эпистем в учебных дисциплинах с учетом суммарного количества эпистем различного вида и пропорциональности измерений. В случае, когда дисциплина разбита на единичные эпистемы, каждая из которых изучается в одну и ту же единицу времени, интегральные характеристики дисциплины совпадают с количеством этих единичных эпистем дисциплины.
6. Существенными элементами взаимосвязей и отношений эпистем одной или разных ступеней обучения является согласованность, непрерывность и непротиворечивость эпистем, подразумевая включения, дополнения, иерархические построения эпистем, с учетом порядка их расположения и использования. Непрерывность обучения обеспечивается по горизонтали, по вертикали и как общая непрерывность. Развитие способностей и одаренности обеспечивается дифференциацией системы обучения, позволяющей осуществлять переходы в рамках одной горизонтали или вертикали, с одной горизонтали на другую или с одной вертикали на другую, и тем самым, формировать индивидуальные образовательные траектории (в т.ч. при формировании модулей и блоков учебных программ и процесса обучения). Определяются подходы к формированию углубленных уровней обучения по отношению к базовому уровню (по количеству учебных часов, по объему изучаемых эпистем). Непрерывная система обучения на основе исследования приращений эпистем (в т.ч. через формирование разбиений и факторизаций) позволяет рассматривать соотношения эпистем в зависимости от уровня знаний и квалификации (в т.ч. для сравнения бакалавриата и магистратуры) и формировать системы кредитов (зачетных единиц). Использование измерений и количественных оценок позволяет получать характеристики учебного материала различных уровней изучения дисциплин, сравнивать учебники, программы, курсы, стандарты разных систем обучения.
7. Сопоставление учебных дисциплин показывает, что дисциплины либо не имеют, либо имеют общие эпистемы и являются либо «близкими» друг к другу, либо «далекими» друг от друга. При этом являются дисциплины «близкими» или «далекими» не зависит от того, имеют или не имеют они общие эпистемы. Это позволяет рассматривать горизонтальные, вертикальные и табличные эпистемодидактические сопоставления и сравнения эпистем содержания образования и организации процесса обучения на одной или нескольких ступенях и уровнях образования.
8. Эпистемодидактические исследования позволяют сопоставлять процессы познания и обучения, формировать проекции эпистем, полученных в процессе познания на эпистемы, возникающие при обучении, строить соответствующие множества, отношения и иерархии эпистем, получать их качественные и количественные оценки, обеспечивая наглядность соответствующих проекций и взаимосвязей между эпистемами.
9. В рамках эпистемодидактических исследований появляется возможность строить иерархии эпистем, получать их оценки при исследованиях определения знания (по Сократу), восхождения сознания (по Платону), приобретения знания (по Аристотелю), определения ступеней человека знающего (по Сократу и по Аристотелю), процессов выведения следствий из посылок (по А. фон Больштедту), познания через исследование (по Ф. Бэкону), родов познания (по Н. Мальбраншу), ступеней возникновения идей (по П. Гольбаху).
10. При рассмотрении эпистем определяются истинные, ложные и неопределенные эпистемы, интерпретируются правила вывода и т.д. Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать интерпретации и сопоставления различных взглядов на истинность и ложность знания (по Сократу, Аристотелю, П. Абеляру, Р. Бэкону, Т. Гоббсу, Р. Декарту, Я.А. Коменскому, И.Г. Песталоцци). Тесно связанными с этими интерпретациями и сопоставлениями являются эпистемодидактические исследования вопросов согласований, отрицаний и противоречий (по Сократу, Т. Гоббсу, Я.А. Коменскому).
11. Эпистемодидактические представления позволяют также строить иерархии эпистем, получать их качественные и количественные оценки, сопоставлять эпистемы, которые возникают при исследованиях метода обучения (по Т. Гоббсу), при рассмотрении принципов обучения (по Я.А. Коменскому), сути природосообразного обучения (по И.Г. Песталоцци), ступеней познания (по В. Ратке), ступеней обучения (по М. Смотрицкому и по Я.А. Коменскому), ступеней усвоения знаний (по И. Гербарту и по О. Вильману), ступеней учебного процесса (по О. Вильману), ступеней овладения содержанием изучаемого материала (по В. Рейну), ступеней мышления (по Г. Гегелю), ступеней полного акта мышления (по Дж. Дьюи).
12. Эпистемодидактические исследования позволяют получать представления об языковых иерархиях эпистем при формировании языка (по Т. Гоббсу и по Дж. Дьюи), грамматики (по Я.А. Коменскому), устной речи (по И.Г. Песталоцци), принципов и методов обучения на родном языке (по В. Ратке, Я.А. Коменскому, М.В. Ломоносову, К.Д. Ушинскому), устанавливать качественные и количественные оценки и проводить сопоставления соответствующих эпистем.
13. Эпистемодидактические исследования показывают, что изучение новой учебной дисциплины аналогично изучению нового языка: определение эпистем учебной дисциплины сопоставимо с узнаванием эпистем нового языка, формирование множеств эпистем учебной дисциплины сопоставимо с определением классов эпистем нового языка, установление отношений и связей между эпистемами учебной дисциплины сопоставимо с построением отношений и связей между эпистемами нового языка, построение иерархий эпистем учебной дисциплины сопоставимо с заданием иерархий языковых конструкций.
14. Эпистемодидактические исследования позволяют представить в виде иерархий эпистем расположение материала в классических и современных трудах («Великая дидактика» А.Я. Коменского, «Феноменология духа» Г. Гегеля, «Психология и педагогика мышления» Дж. Дьюи), в методике «преподавания математики в средней школе» (по Ю.М. Колягину и др.), при рассмотрении новых подходов «во взаимодействии средней и высшей школы в математическом образовании» (по А.А. Никитину и др.), в методических пособиях по многоуровневому обучению математике (по В.В. Козлову, А.А. Никитину и др.).

**Глава 3. Практические применения эпистемодидактических исследований   
в содержании образования и организации процесса обучения**

Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать количественные оценки и характеристики различных аспектов содержания образования и организации процесса обучения. Исходя из предположения, что каждый пункт рассматриваемых программ определяет одну новую эпистему, т.е. один элемент знаний, устанавливается линейное соответствие между пунктами программ, стандартов и эпистемами. В связи с этим появляется возможность проводить экспериментальные расчеты, выявляющие количество эпистем в программах, разделах программ, стандартах, производить расчеты трудозатрат и трудоемкости изучения эпистем, анализировать структуру, выявлять особенности и проводить сопоставления программ, стандартов, а также их частей. В целом, полученные таким образом оценки позволяют формировать и сравнивать эпистемы на разных ступенях и уровнях в различных системах образования и обучения, включая исследования Федеральных государственных образовательных стандартов, программ начального, основного и среднего (полного) общего образования, в т.ч. программ специализированного и дополнительного обучения, программ среднего и высшего профессионального образования, исторических программ российских учебных заведений, а также иностранных стандартов и программ обучения. Границы применимости эпистемодидактических исследований не исчерпываются указанными примерами, а нацелены на подтверждение доступности и демонстрацию возможностей использования эпистем в исследованиях содержания образования и организации процесса обучения. Эти вопросы изучаются в работе [151, с. 132].

**3.1. Эпистемодидактические исследования стандартов и программ общего образования**

В задачи данного параграфа входит проведение эпистемодидактических исследований Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), сопоставление содержания ФГОС и Примерных программ на ступенях общего образования, исследование Примерных основных образовательных программ начального общего образования (НОО), основного общего образования (ООО) и среднего (полного) общего образования (СПОО), а также анализ содержания учебного материала в многоуровневых учебниках по математике, вопросы формирования программ обучения в СУНЦ НГУ, в СУНЦ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ), сопоставление содержания программ по математике в специализированных классах Новосибирской области, рассмотрение программ обучения по математике в системе дополнительного образования на примерах ряда заочных школ при ведущих университетах. Использование эпистем является доступным инструментом, который позволяет осуществлять экспериментальные расчеты и получать в явном виде количественные оценки программ обучения, обеспечивать наглядную систему анализа исследуемых объектов содержания образования и организации процесса обучения.

В настоящее время образовательные программы формируются в соответствии с ФГОС НОО, ФГОС ООО и ФГОС СПОО, разработанными и утвержденными Минобрнауки РФ в 2009 году, в 2010 году и в 2012 году [245] соответственно – ФГОС-2. ФГОС отражают направления ключевых тенденций в формировании «портрета» современного выпускника общеобразовательной школы.

В таблице 1 представлены эпистемодидактические представления требований к результатам освоения образовательной программы согласно ФГОС‑2, который устроен иерархически: на первой ступени находятся личностные, метапредметные и предметные требования к результатам освоения образовательной программы, на второй ступени – ступени предметных требований – находятся предметные области, на третьей ступени – учебные предметы. Примерные образовательные программы по учебным предметам составляют четвертую ступень иерархии. Детализации соответствующих составляющих Примерных программ позволяют формировать последующие ступени иерархии. Заметим, что личностные и метапредметные требования к результатам освоения образовательной программы определены только на первой ступени рассматриваемой иерархии. Эти вопросы исследуются в [171, с. 41].

Таблица 1 – Эпистемодидактические представления требований к результатам освоения образовательной программы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование  раздела требований | Количество эпистем | | |
| ФГОС НОО | ФГОС ООО | ФГОС СПОО |
| I. Личностные требования | 10 | 11 | 15 |
| II. Метапредметные требования | 16 | 12 | 9 |
| III. Предметные требования: | 46 | 110 | 131 (203) |
| 1. Филология и иностранные языки | 13 | 18 | 14 (30) |
| Русский язык. Родной язык | 5 | 8 | 10 (23) |

*Продолжение таблицы 1*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование  раздела требований | Количество эпистем | | |
| ФГОС НОО | ФГОС ООО | ФГОС СПОО |
| Литературное чтение на родном языке | 5 | 6 |  |
| Иностранные языки | 3 | 4 | 4 (7) |
| 2. Общественно-научные предметы | 5 | 20 | 47 (73) |
| 3. Математика и информатика | 5 | 14 | 15 (30) |
| 4. Естественно-научные предметы | 0 | 20 | 23 (38) |
| Физика | 0 | 8 | 6 (11) |
| Химия | 0 | 6 | 6 (11) |
| Биология | 0 | 6 | 5 (10) |
| Естествознание | 0 | 0 | 6 |
| 5. Основы духовно-нравственной культуры народов России | 6 | 0 | 0 |
| 6. Искусство | 8 | 13 | 0 |
| 7. Технология | 6 | 6 | 0 |
| 8. Физическая культура, экология и основы безопасности жизнедеятельности | 3 | 19 | 23 |
| 9. Учебные предметы по выбору  (за один предмет) | 0 | 0 | 5 |
| 10. Индивидуальный проект | 0 | 0 | 4 |
| Итого: | 72 | 133 | 155 (227) |
| П р и м е ч а н и е –Количество эпистем для базового уровня на ступени СПОО указаны без скобок, для углубленного уровня – в скобках. | | | |

Знания, навыки и компетенции выпускника общеобразовательной школы должны быть сформированы на соответствие 360 требованиям (для углубленного уровня обучения – 432 требованиям) к результатам освоения основной образовательной программы, т.е. для НОО должны быть сформированы 72 эпистемы, для ООО – 133 эпистемы, для СПОО – для базового уровня 155 эпистем (соответственно для углубленного уровня – 227 эпистем).

Среди личностных, метапредметных и предметных требований наибольшую долю занимают эпистемы, определяющие предметные требования, которые представлены детальными разбиениями по предметным областям и учебным дисциплинам основной образовательной программы.Отмечается рост предметных требований при переходе на более высокие ступени обучения: от НОО к ООО – примерно в 2,4 раза; от ООО к СПОО – примерно в 1,2 раза (на углубленном уровне – примерно в 1,8 раза). Это обусловлено, прежде всего, расширением и добавлением новых предметных областей и учебных дисциплин при переходе на более высокие ступени обучения.

В структуре предметных требований на ступени НОО распределение эпистем, определяющих результаты освоения основной образовательной программы, по учебным дисциплинам примерно равномерное и варьируется от 3 до 6 эпистем; на ступени ООО распределение эпистем также относительно равномерное и в среднем составляет примерно 7 эпистем по учебной дисциплине; на ступени СПОО распределение эпистем на базовом уровне варьируется от 4 до 12 эпистем, в среднем составляет примерно 7 эпистем по учебной дисциплине, а на углубленном уровне – варьируется от 4 до 23 эпистем и в среднем составляет примерно 11 эпистем по учебной дисциплине.

Суммарное количество эпистем, задающих требования по конкретной предметной области, определяется количеством учебных дисциплин, входящих в эту предметную область: как правило, чем больше учебных дисциплин представлено в соответствующей предметной области, тем больше значение суммарного количества эпистем, задающих требования к результатам освоения рассматриваемой предметной области. Это позволяет формировать представление об ориентирах и общей направленности ступеней и системы образования в целом.

Эпистемодидактический анализ предметных требований по математике и информатике отражает развитие этих требований: происходит увеличение количества эпистем при переходе со ступени НОО на ступень ООО и далее при переходе на ступень СПОО, а также изменение разбиений и определение соответствующих учебных дисциплин. На ступени НОО математика и информатика представлены предметными требованиями этих дисциплин как некоторого единого множества эпистем. При переходе со ступени НОО на ступень ООО наблюдается троекратное увеличение эпистем предметных требований (с 5 эпистем до 14 эпистем). При переходе со ступени ООО на ступень СПОО увеличивается количество эпистем (для углубленного уровня происходит увеличение количества эпистем примерно в два раза), а также эпистемы предметных требований разбиваются по учебным дисциплинам «Математика: алгебра, геометрия, начала анализа» и «Информатика» для базового и углубленного уровней соответственно.

На ступени НОО в структуре предметных требований «Математика и информатика» составляет 11% от суммарного количества эпистем, определяющих предметные требования. На ступени ООО в структуре предметных требований «Математика и информатика» составляет 13% от суммарного количества эпистем, определяющих предметные требования. На ступени СПОО «Математика и информатика» составляет на базовом уровне примерно 11% от суммарного количества эпистем предметных требований (на углубленном уровне – примерно 15%).

При рассмотрении доли предметной области «Математика и информатика» отмечается ее относительно стабильная величина, которая варьируется на базовом уровне от 11% до 13% в общей структуре распределения долей предметных областей. Заметим, что математика, в связи с общепринятым мнением, является одной из наиболее значимых и, в частности, показательной дисциплиной в плане отражения сформированных знаний обучаемых при сдаче Единого государственного экзамена (ЕГЭ). Однако, доля предметной области «Математика и информатика» (в т.ч., учебного предмета «Математика») в структуре предметных требований значительно меньше долей других предметных областей. Таким образом, выявлено противоречие, состоящее в несоответствии, с одной стороны, значимости школьной математики, сформировавшейся в общественном сознании как фундаментальной основы знаний, умений и навыков выпускника общеобразовательной школы, и с другой стороны, той, фактически незначительной, доли «Математики и информатики» в целом среди предметных областей, изучаемых в общеобразовательной школе.

Эпистемодидактические исследования содержания ФГОС, разработанных и утвержденны Минобрнауки РФ в 2004 году (ФГОС-1) [246], а также ФГОС-2 [245] в части предметных требований к уровню подготовки и результатам освоения образовательной программы по математике, включая обязательные минимумы содержания основной образовательной программы, а также Примерных образовательных программ по математике для различных ступеней образования [179; 195], составленных соответственно на основании ФГОС-1 и ФГОС-2, позволяют проводить их сопоставления и сравнения [163, с. 71].

ФГОС-1 устанавливает требования к уровню подготовки, а также обязательный минимум содержания основных образовательных программ, которые формируются по разделам математики (по аналогии с Примерными программами обучения). ФГОС-2 устанавливает предметные требования по учебным дисциплинам без определения обязательного минимума содержания (таблица 2).

Таблица 2 – Эпистемодидактические представления ФГОС-1, ФГОС-2 и Примерных программ по математике

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФГОС и  Примерные программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-затраты | Среднее  кол-во эпистем  в год | Среднее  кол-во часов  в год | Среднее  кол-во уроков  в день |
| ФГОС-1 | | | | | | |
| Начальное общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Требования к уровню подготовки | 24 | – | – | 6 | – | – |
| ФГОС. Обязательный минимум содержания | 37 | – | – | 9 | – | – |
| Примерная программа | 95 | 540 | 0,2 | 24 | 135 | 0,75 |
| Основное общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Требования к уровню подготовки | 85 | – | – | 17 | – | – |
| ФГОС. Обязательный минимум содержания | 235 | – | – | 47 | – | – |
| Примерная программа | 221 | 875 | 0,3 | 44 | 175 | 1,0 |
| Среднее (полное) общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Требования к уровню подготовки,  базовый уровень | 41 | – | – | 20,5 | – | – |
| ФГОС. Требования к уровню подготовки,  профильный уровень | 52 | – | – | 26 | – | – |
| ФГОС. Обязательный минимум содержания,  базовый уровень | 146 | – | – | 73 | – | – |
| ФГОС. Обязательный минимум содержания,  профильный уровень | 208 | – | – | 104 | – | – |
| Примерная программа,  базовый уровень | 144 | 250 | 0,6 | 72 | 125 | 0,7 |

*Продолжение таблицы 2*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФГОС и  Примерные программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-затраты | Среднее  кол-во эпистем  в год | Среднее  кол-во часов  в год | Среднее  кол-во уроков  в день |
| Среднее (полное) общее образование | | | | | | |
| Примерная программа,  гуманитарный профиль | 158 | 250 | 0,6 | 79 | 125 | 0,7 |
| Примерная программа,  профильный уровень | 204 | 370 | 0,6 | 102 | 185 | 1,0 |
| ФГОС-2 | | | | | | |
| Начальное общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Предметные требования[[1]](#footnote-1)\* | 4 | – | – | 1 | – | – |
| Примерная программа | 52 | 540 | 0,1 | 13 | 135 | 0,75 |
| Основное общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Предметные требования | 8 | – | – | 1,6 | – | – |
| Среднее (полное) общее образование | | | | | | |
| ФГОС. Предметные требования, базовый уровень | 8 | – | – | 4 | – | – |
| ФГОС. Предметные требования, профильный уровень | 13 | – | – | 6,5 | – | – |
| П р и м е ч а н и е – Эпистемодидактические представления Примерных программ для ООО по ФГОС-2 не рассмотрены. На сайте Минобрнауки РФ отсутствуют Примерные программы для СПОО по ФГОС-2. | | | | | | |

Эпистемодидактические представления содержания ФГОС-1 по математике показывают, что суммарно знания по этой учебной дисциплине должны соответствовать примерно 150 эпистемам, представляющим требования к уровню подготовки для базового уровня, и 161 эпистеме, представляющим требования для профильного уровня. При этом для среднегодовых значений наблюдается возрастание количества требований при переходе со ступени НОО на ступень ООО примерно в 2,8 раза, а при переходе со ступени ООО на ступень СПОО возрастание примерно в 1,2 раза для базового уровня и в 1,5 раза для профильного уровня.

Эпистемодидактические представления содержания ФГОС-2 по математике показывают, что суммарно знания по этой учебной дисциплине должны соответствовать примерно 20 эпистемам, представляющим предметные требования на базовом уровне, и 25 эпистемам, представляющим предметные требования на профильном уровне. При этом для среднегодовых значений наблюдается возрастание количества требований при переходе со ступени НОО на ступень ООО примерно в 1,6 раза, и при переходе со ступени ООО на ступень СПОО происходит возрастание примерно в 2,5 раза для базового уровня и в 4 раза для профильного уровня.

Сравнение среднегодовых значений количества эпистем, представляющих требования к уровню подготовки по математике согласно ФГОС-1 и ФГОС‑2, показывает, что произошло сокращение требований на ступени НОО примерно в 6 раз, на ступени ООО – примерно в 11 раз, на ступени СПОО – примерно в 5 раз на базовом уровне и в 4 раза на профильном уровне. Заметим, что данные для гуманитарного профиля примерно соответствуют данным для базового уровня обучения.

При рассмотрении Примерных программ согласно ФГОС-1 суммарное количество эпистем математики для изучения составляет в целом на трех ступенях образования примерно 460 эпистем для базового уровня и 520 эпистем для профильного уровня; время на изучение эпистем составляет соответственно 1665 часов для базового уровня и 1785 часов для профильного уровня.

На ступени НОО согласно ФГОС-1 каждой эпистеме, представляющей среднее количество требований по математике в год, можно сопоставить примерно 1,5 эпистемы обязательного минимума содержания и 4 эпистемы Примерной программы. При этом Примерная программа содержит примерно в 2,5 раза большее количество эпистем по сравнению с обязательным минимумом содержания, фактически, детализируя его.

На ступени ООО согласно ФГОС-1 каждой эпистеме, представляющей среднее количество требований по математике в год, можно сопоставить примерно 2,8 эпистемы обязательного минимума содержания и 2,6 эпистемы Примерной программы. При этом количество эпистем в Примерной программе практически совпадает с количеством эпистем обязательного минимума содержания.

На ступени СПОО согласно ФГОС‑1 каждой эпистеме, представляющей среднее количество требований по математике в год, можно сопоставить на базовом уровне примерно 3,6 эпистемы обязательного минимума содержания и 3,5 эпистемы Примерной программы; на профильном уровне – примерно 4 эпистемы обязательного минимума содержания и 3,9 эпистемы Примерной программы. При этом на базовом и на профильном уровнях количество эпистем в Примерной программе практически совпадает с количеством эпистем соответствующего обязательного минимума содержания. Что касается гуманитарного профиля, то количество эпистем, представляющее обязательный минимум содержания, а также количество эпистем Примерной программы близки к значениям базового уровня, и, следовательно, рассматриваемые соотношения примерно сопоставимы с соотношениями для базового уровня.

На ступени НОО согласно ФГОС-2 каждой эпистеме, представляющей среднее количество требований по математике в год, можно сопоставить примерно 13 эпистем Примерной программы. Информация о единых Примерных программах для ступени СПОО по ФГОС-2 на сайте Минобрнауки РФ отсутствует, в то же время на сайтах учебных заведений программы обучения по математике имеются. Поэтому общий анализ сделать достаточно сложно, а можно лишь сделать выборочный анализ, не отражающий полной картины.

При переходе со ступени НОО к ступени СПОО согласно ФГОС-1 наблюдается увеличение количества эпистем обязательного минимума содержания по отношению к соответствующим требованиям к уровню подготовки обучаемых. При переходе со ступени НОО к ступени ООО согласно ФГОС-2 наблюдается уменьшение количества эпистем обязательного минимума содержания по отношению к соответствующим требованиям к уровню подготовки обучаемых, а при переходе от ступени ООО к ступени СПОО – увеличение количества эпистем обязательного минимума содержания по отношению к требованиям уровня подготовки.

Рассматривая на ступени НОО отношение количества эпистем Примерной программы к предметным требованиям по математике по ФГОС-2 отмечается значительная величина этого показателя и его рост по сравнению с данными по ФГОС-1. Если в ФГОС-1 на одну эпистему требований приходилось примерно 4 эпистемы Примерной программы, в ФГОС-2 на одну эпистему требований приходится 13 эпистем Примерной программы. Это происходит на фоне общего сокращения количества требований и количества эпистем Примерной программы по математике в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1.

При рассмотрении эпистемодидактических представлений количества эпистем математики, изучаемых на одном уроке (в один академический час) согласно Примерным программам в соответствии с ФГОС-1, происходит постепенная интенсификация изучения эпистем с 0,2 эпистем на ступени НОО, 0,3 эпистем на ступени ООО до 0,6 эпистем на ступени СПОО на базовом уровне и гуманитарном профиле и 0,6 эпистемы на профильном уровне. Дальнейшие эпистемодидактические представления и сравнения Примерных программ НОО согласно ФГОС-1 и ФГОС‑2 указывают на общую интенсификацию процесса обучения, осуществляемого на основании ФГОС-2 на этой ступени образования.

Исходя из расчета 36 учебных недель и пятидневной учебной недели, среднее количество уроков математики в день примерно близко вне зависимости от ступени образования для ФГОС-1 и ФГОС-2 ступени НОО в соответствии с рассматриваемыми программами, определяемыми ФГОС-1 и ФГОС-2, и составляет около одного урока в день.

Аналогичные представления и анализ можно рассматривать для других учебных дисциплин, предметных областей и др. при сопоставлении данных согласно ФГОС.

На основании ФГОС-1 и ФГОС-2 сформированны Примерные образовательные программы НОО [179; 195], эпистемодидактические представления и сопоставления основного содержания [171, с. 164] которых приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сопоставление Примерных образовательных программ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Программа по ФГОС-1 | | Программа по ФГОС-2 | | Изменение | |
| Кол-во эпистем | Кол-во часов | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Кол-во эпистем | Кол-во часов |
| Русский язык | 107 | 645 | 155 | 675 | +48 | +30 |
| Литературное чтение | 42 | 460 | 91 | 540 | +49 | +80 |
| Иностранный язык | 55 | 204 | 81 | 204 | +26 | 0 |
| Математика | 95 | 540 | 52 | 540 | -43 | 0 |
| Прочие дисциплины | 333 | 863 | 440 | 962 | +107 | +99 |
| Итого: | 632 | 2 712 | 819 | 2 921 | + 187 | + 209 |
| П р и м е ч а н и е – Данные в таблице для образовательных учреждений с русским языком обучения; в начальной школе учащийся осваивает один иностранный язык (например, английский). | | | | | | |

В основной образовательной программе для НОО, составленной в соответствии с ФГОС‑2, по всем учебным дисциплинам происходит увеличение количества часов на освоение учебных дисциплин за исключением математики и иностранного языка, для которых количество часов осталось неизменным. Произошло увеличение общего объема учебного материала примерно на 187 эпистем, которое сопровождается увеличением общего количества часов на обучение примерно на 209 часов.

Структуру образовательной программы можно рассматривать с точки зрения распределения по учебным дисциплинам учебного времени и с точки зрения распределения эпистем, предлагаемых для изучения. На математику приходится примерно 18–20% времени обучения, т.е при переходе на ФГОС-2 процентное соотношение времени сохраняется. С другой стороны, на математику приходится примерно 15% эпистем в Примерной программе по ФГОС-1 и 6% в Примерной программе по ФГОС-2, т.е. при переходе на ФГОС-2 произошло уменьшение доли эпистем примерно в 2,5 раза.

Исходя из расчета 2712 учебных часов, 36 учебных недель и пятидневной учебной недели, среднее количество уроков в день на ступени НОО (1–4 классы) составляет в соответствии с программой, определяемой ФГОС-1, примерно 3,8 урока; из расчета 2921 часов в соответствии с программой, определяемой ФГОС-2, примерно 4,1 урок, т.е. в среднем произошло увеличение примерно на 0,3 урока в день. При этом за 4 года обучения в начальной школе в среднем на каждом уроке учащиеся, исходя из суммарного количества 632 эпистем, осваивали примерно 0,2 эпистемы в соответствии с программой, определяемой ФГОС-1, а в настоящее время в соответствии с программой, определяемой ФГОС-2, исходя из суммарного количества 819 эпистем, осваивают примерно 0,3 эпистемы на каждом уроке, т.е. произошло увеличение объема изучаемого материала на каждом уроке примерно на 0,1 эпистемы. Фактически, параллельно наблюдается увеличение количества часов на изучение учебного материала при увеличении насыщения уроков новым учебным материалом, тем самым, происходит интенсификация всего процесса обучения. Заметим, что среднее количество уроков по математике в день сохраняется на том же уровне, однако, в среднем количество изучаемых на одном уроке эпистем сократилось почти в два раза при общей интенсификации процесса обучения.

Сопоставление программ по математике показывает, что их содержание примерно совпадает, но отмечается ряд перестановок, дополнений и разбиений учебного материала в ФГОС-2. При сохранении суммарного количества учебных часов (540 часов) произошло почти двукратное уменьшение суммарного количества эпистем (с 95 до 52 эпистем). Ключевым разделом в изучении математики на ступени НОО с точки зрения эпистем является раздел «Числа и вычисления», доля которого в образовательной программе по ФГОС-1 составляла примерно 78% суммарного количества эпистем математики, по ФГОС-2 – примерно 44% суммарного количества эпистем математики. Такие изменения обусловлены, в частности, менее детальными разбиениями, обобщением и укрупнением эпистем, представляющих подразделы «Величины» и «Арифметические действия с числами» в разделе «Числа и вычисления» основного содержания Примерной образовательной программы по ФГОС-2.

Возвращаясь к содержанию требований ФГОС по математике, можно отметить, что ФГОС-1 содержали 24 требования к уровню подготовки оканчивающих начальную школу, а ФГОС-2 для НОО содержат 5 требований к результатам освоения основной образовательной программы на этой ступени обучения. В результате, ФГОС-1 по отношению к ФГОС-2 имели более детальные разбиения с конкретизацией математического наполнения соответствующих требований к выпускнику начальной школы.

На основании ФГОС-1 были составлены Примерные образовательные программы по учебным дисциплинам для ступени ООО [195], эпистемодидактические представления [165, с. 61] которых приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин на ступени ООО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во  часов | Трудозатраты | Кол-во зачетных единиц |
| Математика | 221 | 785 | 0,3 | 393 |
| Информатика | 208 | 93 | 2,2 | 47 |
| Физика | 353 | 189 | 1,9 | 95 |
| Русский язык | 383 | 661 | 0,6 | 331 |
| Литература | 802 | 320 | 2,5 | 160 |
| История | 1 196 | 295 | 4,1 | 148 |
| Иностранный язык (английский) | 25 | 460 | 0,1 | 230 |
| Технология | 747 | 320 | 2,3 | 160 |
| Прочие дисциплины | 1 720 | 1 374 | 1,3 | 686 |
| Итого: | 5 655 | 4 497 | 1,3 | 2 250 |
| П р и м е ч а н и е *–* Без учета резерва свободного учебного времени. | | | | |

В целом, предполагается, что за пять лет обучения с 5 по 9 классы обучаемые должны освоить порядка 5655 эпистем, т.е. в среднем более 1100 эпистем в год.

Структуру образовательной программы на ступени ООО можно рассматривать с точки зрения распределения эпистем, предлагаемых для изучения, и с точки зрения распределения учебного времени по учебным дисциплинам. Так, с точки зрения распределения времени по учебным дисциплинам наибольшую долю занимают эпистемы математики, русского языка и иностранного языка, которые вместе составляют примерно 42% суммарного количества часов на этой ступени обучения. При этом доля времени на изучение математики составляет примерно 17% суммарного количества часов. С другой стороны, в структурах образовательных программ с точки зрения распределения эпистем по учебным дисциплинам наибольшую долю занимают эпистемы истории, литературы и технологии, которые вместе составляют примерно половину (49%) суммарного количества эпистем на этой ступени обучения. Тем самым, можно рассматривать указанные учебные дисциплины в качестве ключевых с точки зрения изучаемых эпистем на данной ступени образования. При этом доля математики составляет примерно 4% суммарного количества изучаемых эпистем.

Сопоставление ключевых учебных дисциплин по времени изучения и по количеству изучаемых эпистем показывает, что структура ключевых учебных дисциплин не совпадает. При сохранении главенствующей роли математики, русского и иностранного языков с точки зрения отведенного на их изучение времени, содержательная сторона, выражаемая в количестве изучаемых эпистем, например, по математике, находится за пределами ключевых учебных дисциплин и содержит примерно в 3‑5 раз меньшее количество эпистем по сравнению с соответствующими ключевыми дисциплинами.

Отношение суммарного количества эпистем к суммарному количеству часов (трудозатраты на изучение эпистем) по учебным дисциплинам составляет в среднем примерно 1,3 эпистемы в единицу времени[[2]](#footnote-2)1. Заметим, что среднее значение показателя трудозатрат примерно совпадает с показателем трудозатрат по «Прочим дисциплинам» (таблица 4). Рассматривая отношение количества эпистем к количеству часов, отведенных на изучение соответствующих учебных дисциплин, можно условно разбить учебные дисциплины по трудозатратам на четыре группы:

* 1 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 3:1, т.е. в единицу времени изучается больше трех эпистем;
* 2 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 2:1, но не больше, чем 3:1, т.е. в единицу времени изучается больше 2, но не больше 3 эпистем;
* 3 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 1:1, но не больше, чем 2:1, т.е. в единицу времени изучается больше 1, но не больше 2 эпистем;
* 4 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет не больше, чем 1:1, т.е. в единицу времени изучается не больше одной эпистемы.

В таблице 5 приведены представители каждой из групп учебных дисциплин. Разбиение на группы по трудозатратам дает наглядное представление о том, что учебные дисциплины первой и второй групп в среднем являются более насыщенными и предполагают больший объем информации для освоения в единицу времени. В то же время, дисциплины четвертой группы в среднем требуют значительно большего времени для освоения каждой эпистемы. Математика входит в группу, где в единицу времени изучается менее одной эпистемы, и это отражает сложность и трудность эпистем математики.

Таблица 5 – Разбиения на группы по трудозатратам

|  |  |
| --- | --- |
| Группы учебных дисциплин | Наименования учебных дисциплин |
| 1 группа (≥3:1) | История и др. |
| 2 группа (≥2:1) | Информатика; литература; технология и др. |
| 3 группа (≥1:1) | Физика и др. |
| 4 группа (<1:1) | Математика; русский язык; иностранный язык и др. |

Введение различного рода зачетных единиц подразумевает определение соотношений в зависимости от количества эпистем, количества часов, уровня учебной дисциплины и др. Возможны и другие варианты введения зачетных единиц: например, средневзвешенные оценки по ряду дисциплин, наличие высоких достижений в отдельных учебных дисциплинах и др.

Использование зачетных единиц позволяет оценивать личные результаты обучаемых, тем самым, осуществлять согласование зачетных единиц, определяемых как характеристики содержания образования и организации процесса обучения, и зачетных единиц, определяемых как характеристики достижений обучаемых в процессах обучения различного вида.

В предлагаемом рассмотрении с точки зрения зачетных единиц ключевыми в образовательной программе являются те же дисциплины (математика, русский и иностранный языки), что и при рассмотрении распределения учебного времени. Если сравнивать, например, математику и информатику, то при примерно одинаковом количестве эпистем в той и другой программах, количество зачетных единиц по математике превышает количество зачетных единиц по информатике примерно в 8 раз. При фактически одинаковом подходе к формированию эпистем математики и информатики устанавливаются схожие характеристики зачетных единиц. В то же время, если сравнивать, например, математику и физику, то количество эпистем математики меньше примерно в 1,5 раза количества эпистем физики, при этом количество зачетных единиц по математике превышает количество зачетных единиц по физике примерно в 4 раза. В математике доказательная база эпистем формируется из значительного количества логических шагов и выводов. В физике доказательной базой служат данные опытов (в школе опыты проводятся для иллюстрации соответствующих закономерностей), сводимых к фундаментальным законам, тем самым, фиксируется заключительный шаг обоснования – данные эксперимента (закон Ома, закон всемирного тяготения и т.д.) – и многие промежуточные выводы и логические шаги опускаются.

При рассмотрении эпистемодидактических представлений содержания Примерной программы по математике суммарное количество эпистем составляет 221 эпистему. В среднем в единицу времени изучается 0,3 эпистемы. Исходя из уровня курса и распределения времени на изложение и усвоение, условное значение количества зачетных единиц составляет 393 единицы. Время, необходимое для изложения и усвоения эпистем, распределено неравномерно по разделам программы. Ключевыми с точки зрения эпистем на уровне разделов являются разделы «Геометрия» и «Алгебра», которые формируют примерно 75% эпистем соответственно, изучаемых в данной учебной дисциплине; на уровне подразделов – «Алгебраические выражения», «Начальные понятия и теоремы геометрии», «Уравнения и неравенства» и «Треугольник»», которые формируют примерно 40% эпистем математики. Отметим, что в раздел «Алгебра» включены также подразделы «Числовые последовательности» и «Числовые функции», которые, вообще говоря, можно отнести к началам математического анализа, поэтому «чисто» алгебраические разделы составляют примерно 25% изучаемых эпистем. Таким образом, ключевым разделом с точки зрения эпистем выступает «Геометрия», что отражает образную направленность преподавания математики в среднем звене.

Сопоставление распределения разделов математики по учебному времени и по эпистемам показывает, что с точки зрения эпистем раздел «Арифметика» содержит примерно 17% эпистем, при этом с точки зрения распределения времени занимает примерно 32% учебного времени по математике; раздел «Алгебра» занимает примерно треть как по времени, так и по эпистемам; раздел «Геометрия» занимает примерно 28% с точки зрения распределения учебного времени и 41% с точки зрения эпистем и т.д. Тем самым, распределение по времени и по эпистемам непропорциональны, в частности, раздел «Арифметика» занимает с точки зрения времени примерно в два раза больше, чем с точки зрения эпистем, а раздел «Геометрия» занимает с точки зрения времени примерно в полтора раза меньше, чем с точки зрения эпистем.

На основании ФГОС-1 были составлены Примерные образовательные программы по учебным дисциплинам для ступени СПОО для базового и профильного уровней обучения [195].

Эпистемодидактические представления Примерных образовательных программ, рассмотренные в [96, с. 90; 112, с. 27], по учебным дисциплинам для базового уровня (кроме русского языка и литературы для школ с родным нерусским языком обучения) на ступени СПОО приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин для базового уровня обучения на ступени СПОО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты | Кол-во зачетных единиц |
| Математика | 144 | 250 | 0,6 | 125 |
| Информатика | 164 | 62 | 2,6 | 31 |
| Естествознание | 167 | 182 | 0,9 | 91 |
| Литература | 634 | 190 | 3,3 | 95 |
| Иностранный язык | 13 | 190 | 0,1 | 95 |
| История | 500 | 120 | 4,2 | 60 |
| Обществознание | 227 | 128 | 1,8 | 64 |
| Прочие дисциплины | 1 137 | 705 | 1,6 | 354 |
| Итого: | 2 986 | 1 827 | 1,6 | 915 |

Если рассматривать базовый уровень обучения, то в целом, предполагается, что за два года обучения (10 и 11 классы) учащиеся должны освоить порядка 2986 эпистем, т.е. в среднем около 1500 эпистем в год. С точки зрения распределения времени по учебным дисциплинам для базового уровня обучения наибольшую долю занимают эпистемы математики, литературы, иностранного языка и естествознания, которые вместе составляют примерно 44% суммарного количества часов на этой ступени обучения. Отметим, что доля времени на изучение математики при этом составляет примерно 14% суммарного количества часов. С другой стороны, в структурах образовательных программ для базового уровня обучения с точки зрения распределения эпистем по учебным дисциплинам наибольшую долю занимают эпистемы литературы, истории и обществознания, которые вместе составляют примерно 46% суммарного количества эпистем на этой ступени обучения. Тем самым, можно рассматривать указанные учебные дисциплины в качестве ключевых с точки зрения изучаемых элементов знаний (эпистем) на данной ступени образования. Отметим, что доля математики составляет примерно 5% суммарного количества изучаемых эпистем.

Сопоставление ключевых учебных дисциплин по времени изучения и по количеству изучаемых эпистем показывает, что структура ключевых учебных дисциплин практически не совпадает, имея одно пересечение (литература). При этом превалирование математики с точки зрения отведенного на ее изучение времени, содержательная сторона, выражаемая в количестве изучаемых эпистем, находится за пределами ключевых учебных дисциплин и содержит примерно в 1,5–4 раза меньшее количество эпистем по сравнению с соответствующими ключевыми дисциплинами.

С точки зрения зачетных единиц ключевыми в образовательной программе на базовом уровне обучения являются те же дисциплины (математика, литература, иностранный язык и естествознание), что и при распределении учебного времени.

Эпистемодидактические представления Примерных образовательных программ по учебным дисциплинам для профильного уровня (кроме русского языка и литературы для школ с родным нерусским языком обучения) на ступени СПОО приведены в таблице 7. Заметим, что погрешность округлений находится в пределах 1–2%.

Таблица 7 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин для профильного уровня обучения на ступени СПОО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты | Кол-во зачетных единиц |
| Математика | 204 | 370 | 0,6 | 493 |
| Математика для профилей гуманитарной направленности | 158 | 250 | 0,6 | 125 |
| Информатика | 129 | 252 | 0,5 | 336 |
| Литература | 759 | 311 | 2,4 | 415 |
| Иностранный язык | 20 | 378 | 0,1 | 504 |
| История | 806 | 280 | 3,4 | 320 |
| Обществознание | 323 | 170 | 1,9 | 267 |
| Прочие дисциплины | 2 602 | 1 906 | 1,4 | 2 542 |
| Итого: | 5 001 | 3 917 | 1,3 | 5 002 |

Формирование учебных планов с включением профильных учебных дисциплин может происходить по-разному. При этом, сопоставляя данные в таблицах 6 и 7, можно отметить, что увеличение количества эпистем на профильном уровне обучения по соответствующим учебным дисциплинам сопровождается увеличением количества часов на их освоение.

Отношение суммарного количества эпистем к общему количеству часов (трудозатраты) по учебным дисциплинам для базового уровня составляет примерно 1,6 эпистемы в единицу времени, для профильного уровня – примерно 1,3 эпистемы в единицу времени, что свидетельствует об усложнении изучаемых эпистем на профильном уровне по сравнению с базовым, отражая общую тенденцию практически по всем учебным дисциплинам.

Рассматривая отношение количества эпистем к количеству часов, отведенных на изучение соответствующих учебных дисциплин (трудозатраты на изучение эпистем), можно условно разбить учебные дисциплины на пять групп. В таблице 8 приведены представители каждой из групп учебных дисциплин.

Таблица 8 – Разбиения на группы по трудозатратам

|  |  |
| --- | --- |
| Группы дисциплин | Наименования учебных дисциплин |
| *Базовый уровень* | |
| 1 группа (≥4:1) | История |
| 2 группа (≥3:1) | Литература и др. |
| 3 группа (≥2:1) | Информатика и др. |
| 4 группа (≥1:1) | Обществознание и др. |
| 5 группа (<1:1) | Математика; естествознание; иностранный язык и др. |
| *Профильный уровень* | |
| 2 группа (≥3:1) | История |
| 3 группа (≥2:1) | Литература и др. |
| 4 группа (≥1:1) | Обществознание и др. |
| 5 группа (<1:1) | Математика для профилей гуманитарной направленности; математика; информатика; иностранный язык и др. |

Разбиение на группы по трудозатратам позволяет дать наглядное представление о том, что учебные дисциплины первой и второй групп в среднем являются более насыщенными и предполагают больший объем информации для освоения в единицу времени. Заметим, что для профильного уровня в первой группе отсутствуют учебные дисциплины, а во второй – только одна дисциплина (история). Учебные дисциплины третьей, четвертой и пятой групп в среднем требуют существенных затрат времени для освоения каждой эпистемы. Сопоставление данных показывает, что при переходе с базового уровня на профильный происходит увеличение трудозатрат на изучение эпистем, и учебные дисциплины сдвигаются в группы, где за единицу времени изучается меньшее количество эпистем. Например, информатика на базовом уровне относилась к третьей группе, на профильном уровне перешла в пятую группу. При этом математика, как на базовом уровне, так и на профильном, располагается в пятой группе, где в единицу времени изучается менее одной эпистемы, что отражает сложность и трудность эпистем этой учебной дисциплины.

Рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставления содержания Примерных образовательных программ по математике для базового, профильного уровней обучения, а также для профилей гуманитарной направленности (таблица 9).

Таблица 9 – Эпистемодидактические представления математики для разных уровней обучения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое для изложения эпистемы | Время, необходимое для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| *Базовый уровень* | | | | | | |
| I. Алгебра | 22 | 1 | 0,91 | 0,91 | 40 | 20 |
| II. Функции | 18 | 1 | 0,83 | 0,83 | 30 | 15 |
| III. Начала математи-ческого анализа | 18 | 1 | 0,56 | 0,56 | 20 | 10 |
| IV. Уравнения и неравенства | 11 | 1 | 1,82 | 1,82 | 40 | 20 |
| V. Элементы комбина-торики, статистики и теории вероятностей | 13 | 1 | 0,77 | 0,77 | 20 | 10 |
| VI. Геометрия | 62 | 1 | 0,81 | 0,81 | 100 | 50 |
| Итого: | 144 | 1 | 0,87 | 0,87 | 250 | 125 |
| *Профильный уровень* | | | | | | |
| I. Числовые и буквенные выражения | 33 | 2 | 0,71 | 1,41 | 70 | 93 |
| II. Тригонометрия | 13 | 2 | 0,77 | 1,54 | 30 | 40 |
| III. Функции | 21 | 2 | 0,48 | 0,95 | 30 | 40 |
| IV. Начала математи-ческого анализа | 28 | 2 | 0,36 | 0,71 | 30 | 40 |
| V. Уравнения и неравенства | 13 | 2 | 1,79 | 3,59 | 70 | 93 |

*Продолжение таблицы 9*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое для изложения эпистемы | Время, необходимое для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| *Профильный уровень* | | | | | | |
| VI. Элементы комбина-торики, статистики и теории вероятностей | 12 | 2 | 0,56 | 1,11 | 20 | 27 |
| VII. Геометрия | 84 | 2 | 0,48 | 0,95 | 120 | 160 |
| Итого: | 204 | 2 | 0,60 | 1,21 | 370 | 493 |
| *Математика для профилей гуманитарной направленности* | | | | | | |
| I. Алгебра | 26 | 1 | 0,58 | 0,58 | 30 | 15 |
| II. Функции | 18 | 1 | 0,97 | 0,97 | 35 | 18 |
| III. Начала математи-ческого анализа | 16 | 1 | 0,63 | 0,63 | 20 | 10 |
| IV. Уравнения и неравенства | 16 | 1 | 1,25 | 1,25 | 40 | 20 |
| V. Элементы комбина-торики, статистики и теории вероятностей | 15 | 1 | 0,83 | 0,83 | 25 | 13 |
| VI. Геометрия | 67 | 1 | 0,75 | 0,75 | 100 | 50 |
| Итого: | 158 | 1 | 0,79 | 0,79 | 250 | 125 |
| П р и м е ч а н и е – Без учета резерва свободного учебного времени. | | | | | | |

На базовом уровне суммарное количество эпистем, изучаемых в математике, составляет 144 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 0,6 эпистемы. Исходя из уровня курса и распределения времени на изложение и усвоение, условное значение количества зачетных единиц составляет 125 единиц. Время, необходимое для изложения и усвоения эпистем, распределено неравномерно по разделам программы. Ключевым на уровне разделов с точки зрения эпистем является раздел «Геометрия», который формирует примерно 43% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; на уровне подразделов ключевыми являются – «Многогранники», «Прямые и плоскости в пространстве» и «Координаты и векторы», которые формируют примерно 35% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине. Резерв свободного учебного времени составляет 30 часов.

На профильном уровне суммарное количество эпистем, изучаемых в математике, составляет 204 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 0,6 эпистемы. Исходя из уровня курса и распределения времени на изложение и усвоение, условное значение количества зачетных единиц составляет 493 единицы. Время, необходимое для изложения и усвоения эпистем, распределено неравномерно по разделам программы. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Геометрия», который формирует примерно 41% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; на уровне подразделов ключевыми являются – «Прямые и плоскости в пространстве», «Многогранники», «Геометрия на плоскости», и «Координаты и векторы», которые формируют примерно 34% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине. Резерв свободного учебного времени составляет 50 часов.

Для профилей гуманитарной направленности суммарное количество эпистем, изучаемых в математике, составляет 158 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,6 эпистемы. Исходя из уровня курса и распределения времени на изложение и усвоение, условное значение количества зачетных единиц составляет 125 единиц. Время, необходимое для изложения и усвоения эпистем, распределено неравномерно по разделам программы. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Геометрия», который формирует примерно 42% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; на уровне подразделов ключевыми являются – «Многогранники», «Прямые и плоскости в пространстве», «Объемы тел и площади их поверхностей» и «Координаты и векторы», которые формируют примерно 39% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине. Резерв свободного учебного времени составляет 30 часов.

Эпистемодидактические сопоставления фрагментов программ по математике для базового и профильного уровней, а также профилей гуманитарной направленности представлено в таблице 10. Сопоставляя структуру разделов и подразделов программ по математике, можно отметить, что разбиения в программах по математике базового уровня и по математике для гуманитарных профилей относительно детализированны и примерно сопадают; программа для профильного уровня имеет подробные разбиения только для раздела «Геометрия». С точки зрения распределения времени на обучение раздел «Геометрия» занимает примерно 40% времени на базовом уровне и гуманитарном профиле и примерно 32% времени на профильном уровне, т.е. выступает в качестве ключевого с этой точки зрения на ступени СПОО. При этом «Геометрия» является ключевым разделом и с точки зрения эпистем для всех трех рассматриваемых программ, который формирует примерно 41–43% изучаемых эпистем. На уровне подразделов в качестве ключевых определены, в т.ч., «Прямые и плоскости в пространстве», «Многогранники», «Координаты и векторы» и др., причем количество эпистем по этим подразделам примерно сопоставимо для разных профилей и уровней обучения.

Таблица 10 – Сопоставление программ по математике для различных уровней и профилей обучения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Профиль обучения /  Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое для изложения эпистемы | Время, необходимое для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| Математика  (базовый уровень) | 144 | 1 | 0,87 | 0,87 | 250 | 125 |
| IV. Геометрия | 62 | 1 | 0,81 | 0,81 | 100 | 50 |
| 4.1. Многогранники | 19 | 1 | – | – | – | – |
| 4.2. Прямые и плоскости в пространстве | 17 | 1 | – | – | – | – |
| 4.3. Координаты и векторы | 15 | 1 | – | – | – | – |
| ... | – | – | – | – | – | – |
| Математика  (профильный уровень) | 204 | 2 | 0,60 | 1,21 | 370 | 493 |
| VII. Геометрия | 84 | 2 | 0,48 | 0,95 | 120 | 160 |
| 4.1. Многогранники | 20 | 2 | – | – | – | – |
| 4.2. Прямые и плоскости в пространстве | 19 | 2 | – | – | – | – |
| 4.3. Геометрия на плоскости | 15 | 2 | – | – | – | – |
| 4.4. Координаты и векторы | 15 | 2 | – | – | – | – |
| ... | – | – | – | – | – | – |
| Математика для профилей гуманитарной направленности | 158 | 1 | 0,79 | 0,79 | 250 | 125 |
| VI. Геометрия | 67 | 1 | 0,75 | 0,75 | 100 | 50 |

*Продолжение таблицы 10*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Профиль обучения /  Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое для изложения эпистемы | Время, необходимое для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| 4.1. Многогранники | 19 | 1 | – | – | – | – |
| 4.2. Прямые и плоскости в пространстве | 16 | 1 | – | – | – | – |
| 4.3. Объемы тел и площали их поверхностей | 14 | 1 | – | – | – | – |
| 4.4. Координаты и векторы | 13 | 1 | – | – | – | – |
| ... | – | – | – | – | – | – |

Эпистемодидактические представления программ по математике отражают различие в подходах к составлению программ. При относительно сопоставимых разбиениях на разделы, количество эпистем в соответствующих разделах различается для всех трех программ обучения математике: время на обучение на базовом уровне и на гуманитарном профиле примерно в 1,5 раза меньше времени, отведенного на обучение на профильном уровне; количество эпистем для программы базового уровня обучения примерно в 1,1 раза меньше, чем для профилей гуманитарной направленности, и примерно в 1,4 раза меньше, чем для профильного уровня. При этом время, необходимое на изложение одной эпистемы на базовом уровне, больше примерно в 1,1 раза, чем для профилей гуманитарной направленности, и примерно в 1,5 раза больше, чем на профильном уровне. Время, необходимое на усвоение одной эпистемы на базовом уровне, больше примерно в 1,1 раза, чем для профилей гуманитарной направленности, и меньше примерно в 0,7 раза, чем на профильном уровне. Учитывая совпадение ключевых разделов базового уровня и гуманитарного профиля, увеличение на гуманитарном профиле происходит за счет введения дополнительных эпистем и увеличения объема эпистем. В то же время гуманитарный профиль предполагает перенесение акцентов на гуманитарные дисциплины, поэтому соответствующее увеличение количества эпистем и их объемов происходит за счет взаимосвязей с гуманитарными дисциплинами. Например, рассмотрение языков как иерархий, исторических явлений как последовательностей событий, выявление отношений, связей и зависимостей и т.д.

При сравнении количества зачетных единиц для программ по математике базового уровня обучения, математике профильного уровня и математике для профилей гуманитарной направленности можно отметить, что при переходе с базового на профильный уровень количество зачетных единиц по математике возрастает примерно в 4 раза; а количество зачетных единиц по математике для профилей гуманитарной направленности и математике базового уровня совпадает.

Рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставления содержания учебного материала многоуровневых учебников по математике под редакцией В.В. Козлова, А.А. Никитина для 5–11 классов общеобразовательной школы, рекомендованных Министерством образования и науки РФ (ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.) [52], в которых предложен вариант реализации программы базового, углубленного и профильного обучения. Эти учебники построены таким образом (в соответствии с экспертными оценками специалистов), что каждый пункт содержит одну новую идею для изучения, т.е. одну эпистему.

Каждый раздел изложения курса математики может содержать пункты (эпистемы), относящиеся к базовому уровню, т.е. пункты без символа «звездочка» (в дальнейшем обозначается «без \*»), углубленному уровню – с одной «звездочкой» («с \*»), и профильному уровню – с двумя «звездочками» («с \*\*»). Кроме этого, при рассмотрении примерного поурочного тематического планирования учебного материала:

1) учебный материал базового уровня содержит эпистемы базового уровня, а также необходимые для согласованного изложения и усвоения учебного материала эпистемы, представляющие собой определения понятий и отдельные формулировки без доказательств, относящиеся к углубленному и профильному уровням обучения;

2) учебный материал углубленного уровня содержит эпистемы базового и углубленного уровней, а также необходимые для согласованного изложения и усвоения учебного материала эпистемы, представляющие собой определения понятий и отдельные формулировки без доказательств, относящиеся к профильному уровню обучения;

3) учебный материал профильного уровня содержит эпистемы трех уровней.

Можно рассматривать различные подходы к формированию эпистемодидактических представлений и оценок содержания учебного материала. Например, можно рассматривать суммарное количество эпистем «без \*», «с \*» и «с \*\*» (вариант 1); или на основании экспертных оценок определять коэффициенты соответствия уровню обучения: эпистемам «без \*» присваивать коэффициент 1, эпистемам «с \*» – коэффициент 1,5, эпистемам «с \*\*» – коэффициент 2 (вариант 2); или на основании экспертных оценок определяются коэффициенты с учетом изложения материала на соответствующем уровне: при обучении на базовом уровне эпистемам «без \*», «с \*» и «с \*\*» присваивается коэффициент, равный 1; при обучении на углубленном уровне эпистемам «без \*» присваивается коэффициент, равный 1, а эпистемам «с \*» и «с \*\*» – коэффициент, равный 1,5; при обучении на профильном уровне для эпистем «без \*» присваивается коэффициент, равный 1, для эпистем «с \*» – коэффициент, равный 1,5, а для эпистем «с \*\*» – коэффициент, равный 2 (вариант 3); могут рассматриваться и другие варианты формирования эпистемодидактических представлений и оценок содержания учебного материала. Таким образом, можно сопоставлять и сравнивать содержание изучаемого материала для каждого урока, раздела, учебника в целом и т.д. на различных уровнях обучения [110, с. 35; 136, с. 203; 142, с. 241].

Для программы 5 класса и программ 5–11 классов [12] в таблице 11 приведены три варианта соответствующих эпистемодидактических представлений.

Таблица 11 – Эпистемодидактические представления программы «Математика 5 класс» и программы «Математика 5–11 классы»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класс | Базовый уровень | Углубленный уровень | Профильный уровень |
| 5 класс | | | |
| Вариант 1 | 356 | 393 | 431 |
| Вариант 2 | 370,5 | 440,5 | 514 |
| Вариант 3 | 356 | 433,5 | 514 |
| 5–11 классы | | | |
| Вариант 1 | 1983 | 2388 | 2786 |
| Вариант 2 | 2082 | 2646,5 | 3454,5 |
| Вариант 3 | 1983 | 2590 | 3454,5 |

Эпистемодидактические представления учебного материала наглядно иллюстрируют, что, как правило, переход на более высокий уровень обучения предполагает изучение большего количества эпистем. Эта тенденция еще более отчетливо проявляется при учете условных коэффициентов по уровням обучения для соответствующих эпистем. В рассматриваемых учебниках с эпистемодидактической точки зрения прослеживается равномерность распределения учебного материала по годам и по уровням обучения: для базового уровня количество изучаемых эпистем варьируется в пределах 200–300 эпистем в год, для углубленного уровня – в пределах 300–400 эпистем в год, для профильного уровня – в пределах 400–500 эпистем в год. Таким образом, предполагается изучить в курсе математики: на базовом уровне – примерно 2000 эпистем; на углубленном уровне – примерно 2500 эпистем; на профильном уровне – примерно 3500 эпистем.

На базовом уровне обучения в 5–11 классах предполагается изучить 1983 эпистемы. Разбиения по годам и уровням обучения примерно равнозначные. Это подтверждается рассмотрением отношения значений соответствующих эпистем к итоговому значению (например, в 5 классе – 18%). Примерно аналогичные соотношения получаются и для взвешенных значений эпистем для вариантов 2 и 3. Аналогичная тенденция сохраняется на углубленном и профильном уровнях обучения для вариантов 1–3. В связи с этим, в дальнейшем будем рассматривать вариант 2.

Суммарное взвешенное значение количества эпистем для 5 класса варианта 2 при переходе на более высокий уровень обучения возрастает: разность значений базового и углубленного уровней составляет 70 эпистем, приращение – примерно 19% к базовому уровню обучения; разность значений базового и профильного уровней составляет примерно 143 эпистемы, т.е. приращение – примерно 39% к базовому уровню обучения. Таким образом, приращение профильного уровня к базовому примерно в 2 раза больше приращения углубленного уровня к базовому.

Сопоставление вариантов 1 и 2 показывает, что на базовом, углубленном и профильном уровнях разность между суммарным количеством и взвешенным значением эпистем соответственно составляет примерно 15, 48 и 83 эпистемы.

Отметим, что здесь не рассматривается фактор времени, который может выступать в качестве «балансирующего» элемента сложности учебного материала: чем более сложные эпистемы или большее количество эпистем изучается, тем больше времени необходимо для их изучения, при этом, если количество времени остается неизменным, то возрастает интенсивность изучения эпистем в единицу времени.

В таблице 12 приведены эпистемодидактические представления эпистем для трех уровней обучения в 5 классе (вариант 2).

Таблица 12 – Эпистемодидактические представления программы «Математика 5 класс»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень обучения | Кол-во  эпистем без \* | Кол-во эпистем с \* | Кол-во эпистем с \*\* | Итого: |
| Базовый уровень | 332 | 28,5 | 10 | 370,5 |
| Углубленный уровень | 312 | 100,5 | 28 | 440,5 |
| Профильный уровень | 314 | 102 | 98 | 514 |

При сопоставлении базового и углубленного уровней обучения на углубленном уровне происходит уменьшение количества эпистем «без \*» и существенное увеличение количества эпистем «с \*», при этом количество эпистем «с \*\*» также увеличивается по сравнению с базовым уровнем обучения; при сопоставлении базового и профильного уровней обучения на профильном уровне обучения происходит уменьшение количества эпистем «без \*», значительное увеличение количества эпистем «с \*», при этом количество эпистем «с \*\*» существенно возрастает; при сопоставлении углубленного и профильного уровней обучения на профильном уровне количество эпистем «без \*» и эпистем «с \*» примерно сохраняется, а количество эпистем «с \*\*» возрастает существенно.

Далее рассмотрим более детальные (в разрезе разделов) эпистемодидактические представления учебного материала по математике для 5 класса.

В таблице 13 приведены эпистемодидактические представления разбиения учебного материала по математике для трех уровней обучения по разделам для 5 класса (вариант 2).

Таблица 13 – Эпистемодидактические представления программы «Математика 5 класс» по разделам программы для трех уровней обучения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Кол-во  эпистем без \* | Кол-во эпистем с \* | Кол-во эпистем с \*\* | Всего |
| *Условный коффициент* | *1* | *1,5* | *2* |  |
| Умножение натуральных чисел | 34 | 0 | 4 | 38 |
| Деление натуральных чисел | 39 | 0 | 0 | 39 |
| Дроби | 76 | 0 | 0 | 76 |
| Другие разделы | 183 | 28,5 | 6 | 217,5 |
| Итого: | 332 | 28,5 | 10 | 370,5 |
| Умножение натуральных чисел | 32 | 4,5 | 4 | 40,5 |
| Деление натуральных чисел | 42 | 7,5 | 0 | 49,5 |
| Дроби | 73 | 1,5 | 0 | 74,5 |
| Другие разделы | 165 | 87 | 24 | 276 |
| Итого: | 312 | 100,5 | 28 | 440,5 |
| Умножение натуральных чисел | 32 | 4,5 | 12 | 48,5 |
| Деление натуральных чисел | 42 | 7,5 | 12 | 61,5 |

*Продолжение таблицы 13*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Кол-во  эпистем без \* | Кол-во эпистем с \* | Кол-во эпистем с \*\* | Всего |
| Дроби | 76 | 0 | 0 | 76 |
| Другие разделы | 164 | 90 | 74 | 328 |
| Итого: | 314 | 102 | 98 | 514 |

Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Умножение натуральных чисел», «Деление натуральных чисел» и «Дроби», которые формируют примерно 41% изучаемых эпистем на базовом уровне, 37% эпистем на углубленном уровне, 36% эпистем на профильном уровне обучения.

На базовом уровне обучения суммарное взвешенное количество эпистем, предлагаемых для изучения в курсе математики для 5 класса, составляет 370,5 эпистем, из них 332 эпистемы относится к базовому уровню обучения (примерно 89% от общего количества эпистем), 28,5 эпистем – к углубленному уровню обучения (примерно 8% от общего количества эпистем), 10 эпистем – к профильному уровню обучения (примерно 3% от общего количества эпистем).

На углубленном уровне обучения суммарное взвешенное количество эпистем, предлагаемых для изучения в курсе математики для пятого класса, составляет 440,5 эпистем, из них 312 эпистемы относится к базовому уровню обучения (примерно 71% от общего количества эпистем), 100,5 эпистем – к углубленному уровню обучения (примерно 23% от общего количества эпистем), 28 эпистем – к профильному уровню обучения (примерно 6% от общего количества эпистем).

На профильном уровне обучения суммарное взвешенное количество эпистем, предлагаемых для изучения в курсе математики для пятого класса, составляет 514 эпистем, из них 314 эпистемы относится к базовому уровню обучения (примерно 61% от общего количества эпистем), 102 эпистемы – к углубленному уровню обучения (примерно 20% от общего количества эпистем), 98 эпистем – к профильному уровню обучения (примерно 19% от общего количества эпистем).

Рассмотрим пример эпистемодидактического представления урока. Согласно Примерному поурочному тематическому планированию [12], урок содержит от 2 до 8 эпистем. Применяя условные взвешенные коэффициенты для эпистем базового, углубленного или профильного уровней, можно оценить содержание учебного материала для одного урока, исходя из соответствущего количества эпистем по уровням обучения. В таблице 14 приведено разбиение урока 51 «Числовая прямая» из раздела «Луч, прямая» для профильного уровня обучения в 5 классе.

Таблица 14 – Эпистемодидактическое представление урока «Числовая прямая»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Эпистемы урока | Эпистемы без \* | Эпистемы с \* | Эпистемы с \*\* | Всего: |
| Эпистема 1 (пункт 3.1. учебника) | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Эпистема 2 (пункт 3.2. учебника) | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Эпистема 3 (пункт 3.3. учебника) | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Эпистема 4 (пункт 3.4. учебника) | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Итого: | 2 | 1 | 1 | 4 |
| *Условный коэффициент* | *1* | *1,5* | *2* |  |
| Итого взвешенное значение: | 2 | 1,5 | 2 | 5,5 |

В ходе урока «Числовая прямая»на профильном уровне обучения изучается 4 эпистемы (с учетом условного коэффициента взвешенное значение составляет 5,5 эпистем), из которых – 2 эпистемы базового уровня, 1 эпистема углубленного уровня (1,5 с учетом условного коэффициента) и 1 эпистема профильного уровня (2 с учетом условного коэффициента).

Аналогично, можно рассматривать другие уроки, проводить их сопоставления по наполнению учебным материалом с учетом уровней обучения, тем самым, равномерно формируя поурочное планирование обучения в целом. Использование эпистемодидактических представлений позволяет осуществлять также равномерное планирование по неделям, месяцам, четвертям, триместрам, полугодиям и др., формируя эпистемодидактические представления и сопоставления периодов между собой.

Эпистемодидактические представления учебного материала рассмотрены для образовательных программ ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках подготовки в СУНЦ НГУ [93, с. 41; 95 с. 167]. Для СУНЦ НГУ рассматриваются два уровня обучения: профильный уровень, реализуемый для всех обучаемых в курсах математики, физики, химии, биологии, а также более глубокий уровень – специализированный, который обеспечивается изучением трех специальных курсов по выбору из профильных дисциплин. Программы обучения в СУНЦ НГУ реализуются на одногодичном и двухгодичном потоках.

Для основных курсов математики двухгодичного и одногодичного потоков, а также ряда специальных курсов по математике [Там же, с. 41] в таблице 15 приведены соответствующие эпистемодидактические представления.

Таблица 15 – Эпистемодидактические представления основных и специальных курсов по математике

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем |
| *Основной курс:* | |
| Математика. Двухгодичный поток | 243 |
| Математика. Одногодичный поток | 106 |
| *Специальные курсы:* | 61 |
| Алгебра и анализ | 15 |
| Комбинаторика и вероятность | 9 |
| Математическое моделирование | 17 |
| Олимпиадные задачи | 10 |
| Теория линейных уравнений с постоянными коэффициентами | 10 |

В СУНЦ НГУ профильный уровень обучения математике реализуется в основном курсе. Для обеспечения специализированного уровня обучения в год дополнительно изучается примерно от 30 до 40 эпистем, представляющих специальные курсы по выбору. Это составляет более 30% эпистем по отношению к основному курсу. Тем самым, суммарное количество изученных эпистем математики будет составлять для двухгодичного потока более 270 эпистем, для одногодичного потока – более 130 эпистем.

Для содержания программы лекционного курса по математике (двухгодичный поток) по семестрам в таблице 16 приведены соответствующие эпистемодидактические представления [Там же, с. 41]. Лекционный курс сопровождается программой семинарских занятий.

Таблица 16 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Математика» (двухгодичный поток)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Кол-во эпистем  в единицу времени |
| *1 семестр:* | 52 | 30 | 1,7 |
| Высказывания | 9 | 2 | 4,5 |
| Множество целых чисел | 10 | 4 | 2,5 |
| Другие разделы | 33 | 24 | 1,4 |

*Продолжение таблицы 16*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Кол-во эпистем | Кол-во часов | | | Кол-во эпистем  в единицу времени |
| *2 семестр:* | 36 | 32 | | | 1,1 |
| Определение производной | 5 | 2 | | | 2,5 |
| Понятие первообразной | 7 | 4 | | | 1,8 |
| Другие разделы | 24 | 26 | | | 0,9 |
| *3 семестр:* | 51 | 30 | | | 1,7 |
| Связанные векторы в пространстве | 9 | 4 | | | 2,3 |
| Система координат в пространстве | 9 | 4 | | | 2,3 |
| Ориентация тройки некомпланарных векторов | 10 | 6 | | | 1,7 |
| Другие разделы | 23 | 16 | | | 1,4 |
| *4 семестр:* | 33 | 30 | | | 1,1 |
| Числовой ряд | 6 | 4 | | | 1,5 |
| Неравенство Коши о среднем арифметическом и среднем геометрическом (классический случай) | 8 | | 6 | 1,3 | |
| Другие разделы | 19 | | 20 | 1,0 | |
| Итого (лекционный курс): | 172 | | 122 | 1,4 | |
| Итого (семинарские занятия): | 71 | | 372 | 0,2 | |
| Всего (лекционный курс и семинарские занятия): | 243 | | 494 | 0,5 | |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках лекционного курса и семинарских занятий по рассматриваемой дисциплине, составляет 243 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 0,5 эпистемы. Количество эпистем, изучаемых за семестр в рамках лекционного курса варьируется от 33 до 52 эпистем. Для лекционного курса распределение значений показателя трудозатрат по разделам программы неравномерное и составляет в среднем 1,4 эпистемы в единицу времени. По разделам программы семинарских занятий распределение значений показателя трудозатрат относительно равномерное и составляет в среднем 0,1 эпистемы в единицу времени. Количество часов на семинарские занятия примерно втрое превышает количество часов лекционного курса. Ключевыми с точки зрения эпистем в рамках лекционного курса являются: в первом семестре – разделы «Множество целых чисел» и «Высказывания», которые формируют примерно 37% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; во втором семестре – разделы «Понятие первообразной» и «Определение производной», которые формируют примерно 33% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; в третьем семестре – разделы «Ориентация тройки некомпланарных векторов», «Связанные векторы в пространстве» и «Система координат в пространстве», которые формируют примерно 55% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; в четвертом семестре – разделы «Неравенство Коши о среднем арифметическом и среднем геометрическом (классический случай)» и «Числовой ряд», которые формируют примерно 42% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Для образовательных программ ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках подготовки в СУНЦ МГУ [202], в таблице 17 приведены эпистемодидактические представления учебного материала по математике. Учебные дисциплины подразделяются на дисциплины общеобразовательного и профильного потоков.

Таблица 17 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем |
| *Общеобразовательный поток:* | |
| Математический анализ | 53 |
| Алгебра | 63 |
| *Профильный поток:* | |
| Математический анализ | 55 |
| Алгебра | 104 |
| Геометрия | 117 |

Подходы к разбиениям учебного материала для разных учебных дисциплин различны. При этом количество эпистем, изучаемых в отдельной учебной дисциплине в рамках общеобразовательного потока, как правило, существенно меньше количества эпистем, изучаемых в рамках профильного потока по той же учебной дисциплине.

На примере программы по алгебре для общеобразовательного и профильного потоков [202, с. 8] рассмотрим эпистемодидактические представления содержания для этой учебной дисциплины (таблица 18). Заметим при этом, что в программу по алгебре также включены разделы: тригонометрия, комбинаторика, элементы теории вероятностей.

Таблица 18 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Алгебра»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем (общеобразовательный поток) | Кол-во эпистем (профильный поток) |
| Арифметика и элементарная алгебра | 31 | 27 |
| Тригонометрия | 12 | 12 |
| Уравнения, неравенства, системы | 16 | 24 |
| Комбинаторика | 4 | 4 |
| Элементы теории вероятностей | 0 | 7 |
| Комплексные числа | 0 | 6 |
| Дополнительные темы | 0 | 24 |
| Итого: | 63 | 104 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет для общеобразовательного потока 63 эпистемы, для профильного потока 104 эпистемы. Увеличение количества эпистем для профильного потока связано с увеличением количества изучаемых разделов, а также с другими подходами к разбиениям на эпистемы учебного материала. Распределение эпистем по разделам программ неравномерное. Отметим, что другие факторы (например, время), способные влиять на равномерность распределения учебного материала, не рассматриваются. Ключевым с точки зрения эпистем для общеобразовательного потока является раздел «Арифметика и элементарная алгебра», который здесь формирует примерно 49% эпистем, изучаемых в данном курсе; для профильного потока ключевыми являются разделы «Арифметика и элементарная алгебра» (26% эпистем), «Уравнения, неравенства, системы» (23% эпистем) и «Дополнительные темы» (23% эпистем), которые формируют примерно 72% эпистем, изучаемых в данном курсе. В результате, количество новых эпистем в рамках профильного потока по отношению к общеобразовательному потоку увеличивается примерно на 40%.

В Новосибирской области в настоящее время работает свыше 200 губернаторских специализированных классов. Учителями участвующих в проекте учебных заведений для каждого специализированного класса разрабатываются специальные рабочие программы по математике.

Рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставления содержания ряда программ обучения по математике, составленных в соответствии с ФГОС-1 [164, с. 179; 166, с. 40]. Для рабочих программ по математике (включая алгебру, геометрию и начала анализа) 10–11 классов [204–209; 239] в таблице 19 приведены соответствующие эпистемодидактические представления. При этом рассматривается трудоемкость изучения эпистемы. Заметим, что количество часов приведено без учета резерва свободного учебного времени, времени на повторение и др.

Таблица 19 – Эпистемодидактические представления программ по математике

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Учебное заведение | Наименование  учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-  емкость |
| 10 класс | | | | |
| Муниципальное автономное общеобразователь-ное учреждение (МАОУ) «Вторая Новосибирская гимназия», г. Новосибирск | Геометрия | 48 | 62 | 1,3 |
| МАОУ «Гимназия № 6 «Центр Горностай», г. Новосибирск | Алгебра | 85 | 170 | 2,0 |
| Геометрия | 45 | 102 | 2,3 |
| МАОУ «Гимназия № 7 «Сибирская», г. Новосибирск | Математика | 148 | 193 | 1,3 |
| МАОУ «Гимназия № 13», п. Краснообск | Алгебра и начала математического анализа | 95 | 188 | 2,0 |
| Геометрия | 113 | 67 | 0,6 |
| Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение (МБОУ) МБОУ «СОШ № 136», г. Новосибирск | Алгебра | 34 | 172 | 5,1 |
| Геометрия | 50 | 89 | 1,8 |
| МАОУ «Экономический лицей», г. Бердск, Новосибирская область | Алгебра | 65 | 173 | 2,7 |
| Геометрия | 32 | 71 | 2,2 |
| 10 и 11 классы | | | | |
| МБОУ «Инженерный лицей Новосибирского государственного технического университета» (ИЛ НГТУ), г. Новосибирск | Алгебра и начала математического анализа | 160 | 300 | 1,9 |
| Геометрия | 109 | 140 | 1,3 |

*Продолжение таблицы 19*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Учебное заведение | Наименование  учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-  емкость |
| 11 класс | | | | |
| МАОУ «Гимназия № 7 «Сибирская», г. Новосибирск | Математика | 84 | 181 | 2,2 |
| МАОУ «Гимназия № 13», п. Краснообск | Алгебра и начала математического анализа | 67 | 171 | 2,6 |
| Геометрия | 74 | 54 | 0,7 |

Наряду с традиционными разделами математики (алгебра и геометрия) для специализированных классов формируются программы по другим математическим курсам. Данные, представленные в таблице 19, отражают различия в подходах к разбиениям учебного материала при составлении учебных программ в разных учебных заведениях. В результате этого, количество эпистем в рассматриваемых программах по алгебре варьируется от 34 до 160 эпистем, при этом трудоемкость (время на изучение одной эпистемы) варьируется от 1,9 до 5,1. Количество эпистем в рассматриваемых программах по геометрии варьируется от 32 до 113 эпистем, при этом трудоемкость варьируется от 0,6 до 2,3. Количество эпистем в рассматриваемых программах по математике варьируется от 84 до 148 эпистем, трудоемкость – от 1,3 до 2,2. Разброс в количестве эпистем, а также по трудоемкости, в целом, возникает в связи с особенностями подходов в учебных заведениях к разбиениям учебного материала, обуславливаемых сопоставлением классов различных годов обучения, различными уровнями исходной подготовки обучаемых, различиями в подготовке и квалификации обучающих. Это отражает недостаточную сбалансированность программ относительно друг друга, но в определенной мере, компенсируется организацией и проведением целенаправленных курсов повышения квалификации для учителей специализированных классов.

Рассмотрим примеры сопоставлений в программах гимназий и лицеев разной направленности. Для рабочей программы по алгебре и началам математического анализа в 10 инженерном классе МАОУ «Гимназия № 13» [208] в таблице 20 приведены соответствующие эпистемодидактические представления.

Таблица 20 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Алгебра и начала математического анализа. 10 класс»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудоемкость |
| Тригонометрические функции | 16 | 33 | 2,1 |
| Тригонометрические уравнения | 5 | 14 | 2,8 |
| Преобразование тригонометрических выражений | 13 | 30 | 2,3 |
| Комплексные числа | 12 | 15 | 1,3 |
| Производная | 19 | 42 | 2,2 |
| Другие разделы | 30 | 54 | 1,8 |
| Итого: | 95 | 188 | 2,0 |

В среднем трудоемкость составляет 2,0 часа; при этом трудоемкость одной эпистемы варьируется от 1,3 до 2,8 часа. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Производная» и разделы, представляющие тригонометрию («Тригонометрические функции», «Тригонометрические уравнения» и «Преобразования тригонометрических выражений»), которые формируют примерно 56% изучаемых эпистем.

Для рабочей программы по алгебре и началам анализа в 11 инженерном классе МАОУ «Гимназия № 13» [208] в таблице 21 приведены соответствующие эпистемодидактические представления.

Таблица 21 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Алгебра и начала математического анализа. 11 класс»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудоемкость |
| Показательная и логарифмическая функции | 18 | 45 | 2,5 |
| Элементы теории вероятностей и математической статистики | 8 | 13 | 1,6 |
| Уравнения и неравенства. Системы уравнений и неравенств | 16 | 48 | 3,0 |
| Другие разделы | 25 | 65 | 2,6 |
| Итого: | 67 | 171 | 2,6 |

В среднем трудоемкость составляет 2,6 часа; при этом трудоемкость одной эпистемы варьируется от 1,6 до 3,0 часа. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Показательная и логарифмическая функции», который формирует примерно 27% изучаемых эпистем.

Сопоставление содержания программы по алгебре для 10 и 11 классов в рамках одного учебного заведения (МБОУ «Гимназия № 13») показывает, что программа для 11 класса дополняет программу для 10 класса; разделы не пересекаются. При этом количество изучаемых разделов в 11 классе меньше, чем в 10 классе, и суммарное количество изучаемых эпистем в 11 классе также меньше количества изучаемых эпистем в 10 классе. Однако, при примерно равном количестве часов на изучение эпистем, трудоемкость изучения эпистем в 11 классе выше трудоемкости изучения эпистем в 10 классе.

Для рабочей программы изучения алгебры в 10 классе МБОУ «Экономический лицей» [209] в таблице 22 приведены соответствующие эпистемодидактические представления.

Таблица 22 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Алгебра. 10 класс»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудоемкость |
| Тригонометрия | 37 | 70 | 1,9 |
| Иррациональность | 7 | 32 | 4,6 |
| Другие разделы | 21 | 71 | 3,4 |
| Итого: | 65 | 173 | 2,7 |

В среднем трудоемкость составляет 2,7 часа; при этом трудоемкость одной эпистемы варьируется от 1,9 до 4,6 часа. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Тригонометрия», который формирует примерно 57% изучаемых эпистем.

Сопоставление содержания программ по алгебре в 10 классах для двух учебных заведений показывает различия в подходах к их составлению: количество разделов, а также содержание разделов не совпадают (однако, имеет место ряд пересечений по содержанию). Разбиения на эпистемы по разделам программ неравномерное. Неравномерно и распределение времени на изучение одной эпистемы по разделам соответствующих программ. Заметим, что пересекающимся ключевым разделом является «Тригонометрия». При этом в обеих программах количество эпистем, формирующих разделы тригонометрии, содержат примерно равное количество эпистем (МБОУ «Экономический лицей» – 37 эпистем, МБОУ «Гимназия № 13» – 34 эпистемы). В среднем значения трудоемкости по тригонометрии также близки (МБОУ «Экономический лицей» – 1,9 эпистемы в единицу времени, МБОУ «Гимназия № 13» – 2,3 эпистемы в единицу времени).

Для Примерных программ по математике для базового и профильного уровней обучения на ступени СПОО, а также рабочих программ для учащихся 10–11 классов ИЛ НГТУ [207] в таблице 23 приведено сопоставление эпистемодидактических представлений.

Таблица 23 – Сопоставление разделов по математике. 10-11 классы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Базовый уровень | Профильный уровень | ИЛ НГТУ |
| I. Алгебра | 22 (15%) | 46 (23%) | 53 (20%) |
| II. Функции | 18 (13%) | 21 (10%) | 26 (10%) |
| III. Начала математического анализа | 18 (13%) | 28 (14%) | 40 (15%) |
| IV. Уравнения и неравенства | 11 (8%) | 13 (6%) | 27 (10%) |
| V. Элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей | 13 (9%) | 12 (6%) | 14 (5%) |
| VI. Геометрия | 62 (43%) | 84 (41%) | 109 (40%) |
| Итого: | 144 (100%) | 204 (100%) | 269(100%) |

В Примерной программе по математике, составленной в соответствии с ФГОС-1, определено разбиение на 6 разделов. Подходы к разбиениям учебного материала в рабочих программах ИЛ НГТУ отличаются от подходов к разбиениям в Примерных программах. В то же время, программы ИЛ НГТУ фактически соответствуют профильному уровню обучения. Согласно Примерным программам для базового и профильного уровней обучения более 40% эпистем формируют раздел «Геометрия», в котором подраздел «Прямые и плоскости в пространстве» является ключевым (таблица 24). Это соответствует формированию распределения эпистем в программах ИЛ НГТУ.

Таблица 24 – Сопоставление ключевых разделов по математике. 10-11 классы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Базовый уровень | Профильный уровень | ИЛ НГТУ |
| VI. Геометрия | 62 | 84 | 109 |
| Прямые и плоскости в пространстве: | 17 | 20 | 34 |
| – доля в разделе «Геометрия» | 27% | 24% | 31% |
| – доля в основном содержании дисциплины «Математика» | 12% | 10% | 13% |

*Продолжение таблицы 24*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Базовый уровень | Профильный уровень | ИЛ НГТУ |
| Другие разделы геометрии | 45 | 64 | 75 |
| Другие разделы математики | 82 | 120 | 160 |
| Итого: | 144 | 204 | 269 |

Формирование рабочих программ по математике специализированных 10‑11 классов в Новосибирской области определяется направленностью образования в лицеях и гимназиях и, в целом, сопоставимо с профильным уровнем Примерной программы обучения по математике.

В системе дополнительного образования работает ряд заочных школ, которые, как правило, являются структурными подразделениями высших учебных заведений. Для программ по математике ряда заочных школ (таблица 25), в частности, Заочная школа СУНЦ НГУ (ЗШ СУНЦ НГУ) [243], Заочная физико-математическая школа Института дистанционного обучения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ЗФМШ ТГУ) [200], Заочная физико-техническая школа Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико‑технический институт (государственный университет)» (ЗФТШ МФТИ) [197] рассмотрим соответствующие эпистемодидактические представления и сопоставления [129, с. 45; 99, с. 72].

Таблица 25 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Математика»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование заочной школы | 8 класс | 9 класс | 10 класс | 11 класс |
| ЗШ СУНЦ НГУ | 59 | 67 | – | – |
| ЗФМШ ТГУ | 19 | – | 63 | – |
| ЗФТШ МФТИ | 42 | 55 | 57 | 51 |

Суммарное количество эпистем, изучаемое в заочной школе, зависит от того, в какой школе и на протяжении какого периода обучаемый проходил обучение. В рамках дополнительного образования по математике в заочных школах предполагается изучение в среднем примерно от 40 до 60 эпистем в год. фактические цифры отличаются от средних показателей в связи с различиями в подходах к разбиениям учебного материала в разных заочных школах. При этом можно отметить относительную равномерность разбиений эпистем учебного материала по годам обучения в ЗШ СУНЦ НГУ и в ЗФТШ МФТИ.

Эпистемодидактические представления содержания программы по математике для 8 класса заочных школ (таблица 26).

Таблица 26 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математика». 8 класс

|  |  |
| --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем |
| *ЗШ СУНЦ НГУ* | |
| Введение. Занимательные и логические задачи | 5 |
| Многочлены | 5 |
| Связанные векторы | 5 |
| Выражения с радикалами | 5 |
| Центральные и вписанные углы | 5 |
| Другие разделы | 34 |
| Итого: | 59 |
| *ЗФМШ ТГУ* | |
| Множества | 4 |
| Делимость чисел. Простые и составные количества | 4 |
| Другие разделы | 11 |
| Итого: | 19 |
| *ЗФТШ МФТИ* | |
| Тождественные преобразования. Решение уравнений | 9 |
| Геометрия | 10 |
| Системы уравнений | 9 |
| Другие разделы | 14 |
| Итого: | 42 |

Распределение эпистем по разделам программ для каждой из заочных школ относительно равномерное. Для ЗШ СУНЦ НГУ ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Введение. Занимательные и логические задачи», «Многочлены», «Связанные векторы», «Выражения с радикалами» и «Центральные и вписанные углы», которые формируют примерно 42% изучаемых эпистем. Для ЗФМШ ТГУ ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Множества» и «Делимость чисел. Простые и составные количества», которые формируют примерно 42% эпистем. Для ЗФТШ МФТИ ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Геометрия», «Тождественные преобразования. Решение уравнений» и «Системы уравнений», которые формируют примерно 67% эпистем, изучаемых по математике.

Сопоставление программ по математике для 8 класса, предлагаемых для изучения в трех заочных школах (ЗШ СУНЦ НГУ, ЗФМШ ТГУ и ЗФТШ МФТИ), показывает различия в подходах к разбиениям учебного материала: количество изучаемых разделов варьируется от 5 (в ЗФТШ МФТИ) до 15 разделов (в ЗШ СУНЦ НГУ), суммарное количество эпистем варьируется от 19 (в ЗФМШ ТГУ) до 59 эпистем (в ЗШ СУНЦ НГУ). При этом для каждой из рассматриваемых программ можно отметить относительно равномерное распределение эпистем по соответствующим разделам. Содержание программ обучения, в основном, различается, в частности, и по ключевым разделам, но имеет место ряд пересечений. При этом, в разделе «Квадратные уравнения» в ЗШ СУНЦ НГУ изучается 4 эпистемы, в ЗФТШ МФТИ – 8 эпистем, т.е. в 2 раза больше; в разделе «Многочлены» в ЗШ СУНЦ НГУ изучается 5 эпистем, в ЗФМШ ТГУ – 1 эпистема, т.е. в 5 раз меньше.

Аналогичным образом можно проводить сопоставления и сравнения для других классов и других заочных школ.

Таким образом, в параграфе проведены экспериментальные расчеты в рамках эпистемодидактических исследований. В связи с чем рассмотрены стандарты образования и программы обучения на ступени среднего образования, выявлены тенденции и отражены различия в подходах к формированию программ и их разделов на разных уровнях и для разных профилей обучения.

В частности, проведены эпистемодидактические исследования и рассмотрены Федеральные государственные образовательные стандарты для ступеней начального, основного и среднего (полного) общего образования, для которых выявлено иерархическое устройство представления требований к результатам освоения образовательной программы, предметных областей и учебных предметов. Для каждого уровня разбиений и ступеней образования произведены расчеты соответствующего количества эпистем, определены суммарные значения требований для каждой ступени образования, установлено, что наибольшую долю занимают предметные требования, представленные разбиениями по предметным областям и учебным дисциплинам, отмечен и обоснован рост предметных требований при переходе на более высокие ступени обучения, установлена равномерность или неравномерность распределения эпистем по учебным дисциплинам, определена общая направленность системы образования, исходя из наибольшего количества эпистем, характеризующих предметную область, проведен эпистемодидактический анализ предметных требований по математике и информатике при переходе от ступени начального к ступени среднего (полного) общего образования, установлена и отмечена относительно низкая доля предметных требований по математике и информатике в суммарном количестве эпистем, определяющих предметные требования для соответствующих ступеней обучения.

Проведены сопоставления содержания ФГОС-1 и ФГОС-2 и ряда соответствующих Примерных программ (на примере программ по математике) на ступенях общего образования, в связи с чем произведены расчеты соответствующего количества эпистем для рассматриваемых ФГОС и Примерных программ базового и профильного уровней подготовки, отмечено возрастание количества требований по математике при переходе на более высокие ступени обучения, в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 выявлено сокращение среднегодовых значений количества эпистем, представляющих требования к уровню подготовки по математике на всех ступенях образования, рассмотрены количественные отношения требований стандартов к обязательному минимуму содержания и к содержанию Примерных программ, выявлены процессы интенсификации изучения эпистем согласно ФГОС-1 при переходе на более высокие ступени и уровни обучения.

Эпистемодидактические исследования Примерных основных образовательных программ НОО согласно ФГОС-1 и ФГОС-2 позволяют проводить сопоставления и сравнения, в связи с чем произведены расчеты количества эпистем по учебным дисциплинам, выявлено увеличение, а также отмечено уменьшение количественных показателей по учебным дисциплинам, определена доля математики в структуре программ с точки зрения эпистем и с точки зрения времени на изучение, отмечено существеное уменьшение доли эпистем математики в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1, произведены расчеты среднего количества уроков в день, а также среднего количества эпистем, изучаемых на одном уроке, для ФГОС-1 и ФГОС-2 указано на увеличение объема изучаемого материала в рамках одного урока (по математике наблюдается обратная ситуация). В Примерных программах по математике отмечены различия в подходах к разбиениям учебного материала с тенденцией к укрупнению эпистем в ФГОС-2 и выявлены ключевые разделы.

Эпистемодидактические исследования Примерных основных образовательных программ ООО согласно ФГОС-1 позволяют провести расчеты количества эпистем по учебным дисциплинам программы, выявить суммарное количество эпистем для изучения на данной ступени образования, рассматривать структуру образовательной программы с точки зрения распределения учебного времени, а также с точки зрения распределения эпистем для изучения, в связи с чем при выявлении наиболее значимых учебных дисциплин отмечено, что рассматриваемые распределения не совпадают, кроме того, для учебных дисциплин рассматриваются показатели трудозатрат и определяются группы, содержащие наиболее насыщенные учебные дисциплины, и группы, дисциплины которых требуют значительно большего времени для усвоения эпистем, приводятся результаты расчетов зачетных единиц в зависимости от количества эпистем, количества учебных часов, уровня учебной дисциплины, обосновываются различия в количестве зачетных единиц, получаемых для ряда учебных дисциплин. Проведено исследование содержания учебной дисциплины «Математика», для которой определены ключевые разделы и подразделы изучения эпистем этой дисциплины, проведены сопоставления с точки зрения эпистем и с точки зрения времени на изучение ряда разделов, отмечена непропорциональность соответствующих распределений.

В рамках эпистемодидактических исследований рассмотрены Примерные программы базового и профильного уровней обучения для ступени СПОО, произведены расчеты количества эпистем, определены трудозатраты и количество зачетных эпистем для каждой из дисциплин программы, выявлены структуры наиболее значимых дисциплин с точки зрения времени изучения и с точки зрения эпистем, отмечено, что эти структуры различны, в частности, математика входит в ключевые дисциплины с точки зрения времени изучения, но находится за пределами ключевых с точки зрения эпистем, определены ключевые дисциплины с точки зрения зачетных единиц, сформированы группы разбиений по трудозатратам для базового и профильного уровней обучения, определены наиболее насыщенные дисциплины и дисциплины, обладающие высоким уровнем сложности изучения, отмечены различия в формировании групп в зависимости от уровня обучения. Рассмотрены эпистемодидактические представления содержания программ по математике для базового, профильного уровня, а также для профилей гуманитарной направленности, произведены расчеты количества эпистем для разделов программ, исходя из уровня программ, распределения времени на изложение и усвоение, рассчитано количество зачетных единиц, выявлены ключевые разделы и подразделы. Сопоставление этих программ позволяет указать на различия в подходах к составлению программ, обозначить факторы этих различий в количественном выражении.

Проведены эпистемодидактические исследования и анализ содержания учебного материала в многоуровневых учебниках по математике для 5–11 классов, показаны особенности формирования учебного материала базового, углубленного и профильного уровней, рассмотрены различные варианты формирования эпистемодидактических представлений, отдельно для программы 5 класса и для программ 5–11 классов представлены результаты соответствующих эпистемодидактических представлений по уровням обучения, указано на равномерность распределения учебного материала по годам и уровням обучения, при этом отмечено, что переход на более высокие уровни обучения предполагает изучение большего количества эпистем, в связи с чем рассматриваются приращения углубленного и профильного уровней обучения по отношению к базовому. Для программы 5 класса рассмотрены разбиения по уровням обучения и количеству эпистем, относящихся к разным уровням (например, сколько эпистем базового, углубленного и профильного уровня изучается на базовом уровне обучения), в результате, отмечено, что переход на более высокий уровень обучения связан с существенным замещением эпистем более низкого уровня эпистемами более высокого уровня. Рассмотрены эпистемодидактические представления программы по математике для 5 класса для трех уровней обучения в разбиении по разделам программы, выявлены ключевые разделы, представлено разбиение по пунктам, относящимся к разным уровням обучения, и рассчитаны доли к общему количеству эпистем. Приведено эпистемодидактическое представление урока в разбиении по эпистемам, относящимся к разным уровням.

При рассмотрении вопросов формирования программ обучения в СУНЦ НГУ раскрываются особенности обеспечения обучения на профильном и специализированном уровнях, рассмотрены эпистемодидактические представления ряда основных и специальных курсов, для которых рассчитано количество изучаемых эпистем, и определено примерное количество эпистем математики соответственно для двухгодичного и одногодичного потоков. Приведены разбиения программы курса по математике для двухгодичного потока, рассчитано количество эпистем и трудозатраты для разделов курса, отмечена неравномерность распределения показателя трудозатрат по разделам лекционного курса и относительная равномерность трудозатрат для семинарских занятий, для каждого из семестров обучения выявлены ключевые разделы изучения.

В рамках эпистемодидактических исследований программ обучения СУНЦ МГУ рассмотрены представления ряда программ по математике для общеобразовательного и профильного потоков, произведены расчеты количества эпистем в программах. На примере алгебры проведены сопоставления содержания этой дисциплины для общеобразовательного и профильного потоков, отмечены различия в подходах к разбиениям учебного материала, выявлены соответствующие ключевые разделы, определена доля дополнительных эпистем в программе профильного потока по сравнению с общеобразовательным потоком.

Проведены эпистемодидактические исследования рабочих программ по математическим учебным дисциплинам для 10–11 классов специализированных классов Новосибирской области, отмечены различные подходы к разбиениям учебного материала, рассчитано количество эпистем в программах, определены трудоемкости изучения эпистем, показан разброс в рассчитанных показателях, указано на недостаточную сбалансированность программ между собой. Рассмотрены сопоставления программы по математике для 10 и 11 классов для одного учебного заведения, проведены сопоставления по количеству изучаемых эпистем, указано на более высокую трудоемкость изучения эпистем в 11 классе по сравнению с 10 классом, выявлены ключевые разделы, отмечена взаимодополняемость этих программ. Кроме того, проведено соспоставление двух программ для 10 класса разных учебных заведений, отмечены различия в подходах к составлению программ, неравномерность разбиений по разделам программ, выявлены ключевые разделы, отмечены относительно близкие трудоемкости изучения эпистем. Проведены сопоставления Примерных программ по математике для базового и профильного уровня на ступени СПОО и рабочей программы для 10–11 классов одного из специализированных классов, отмечены различия в подходах к разбиениям программ обучения, однако, содержательно программа специализированного класса совпадает с программой профильного уровня, определены ключевые разделы и подразделы.

Эпистемодидактические исследования программ обучения по математике в системе дополнительного образования рассматриваются на примерах ряда заочных школ при ведущих университетах – это ЗШ СУНЦ НГУ, ЗФМШ ТГУ, ЗФТШ МФТИ, для программ обучения с 8 по 11 классы произведены расчеты количества эпистем, выявлены различия в подходах к разбиениям учебного материала и отмечена равномерность разбиений эпистем по годам обучения для двух школ. На примере программ для 8 классов представлены разбиения на разделы, рассчитано количество эпистем в разделах, отмечена относительная равномерность разбиений для всех рассматриваемых заочных школ, при различном содержании программ определены ключевые разделы для каждой из них, при наличии пересечений в программах отмечены различия в подходах к разбиениям учебного материала.

Приведенные примеры эпистемодидактических представлений и сопоставлений на ступени среднего образования являются экспериментальным подтверждением теоретических обоснований и доказывают возможности применения эпистемодидактических исследований к другим объектам в содержании образования и организации процесса обучения.

**3.2. Эпистемодидактические исследования программ и методики преподавания в России и иностранных стандартов и программ обучения на ступенях среднего образования**

Эпистемодидактические исследования открывают широкий диапазон возможностей изучения и анализа содержания современной системы образования. В данном параграфе показано применение эпистемодидактических исследований и выполнение экспериментальных расчетов исторических программ обучения ряда российских учебных заведений XIX – начала XX веков, исследуются программы по российским учебникам математики 90-х годов ХХ века, отмечаются особенности преподавания математики и составления стандартов математического образования в США, а также рассматриваются программы по математике в Республике Корея. Наряду с этим, с точки зрения эпистем исследуются вопросы методического обеспечения обучения математике.

Эпистемодидактические исследования позволяют сформировать представления, провести анализ и сопоставление программ обучения в российских учебных заведениях XIX – начала XX веков [988, с. 79; 144, с. 53; 157, с. 15].

Рассмотрим составленные К.Д. Ушинским программы учебных дисциплин педагогического курса для специальных классов, а также для старших общих классов женских учебных заведений [244, кн. 4, с. 359]. Цель обучения в специальных классах состояла в прививании самостоятельного желания заниматься воспитательной деятельностью и возможности понимать педагогические сочинения. В старших общих классах женских учебных заведений преподавание педагогики носит более общий характер и предполагает сообщение тех сведений, которые необходимы для правильного восприятия и понимания педагогических воззрений.

Эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин педагогического курса женских учебных заведений приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин

|  |  |
| --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем |
| *Специальные классы:* | 222 |
| Педагогика | 179 |
| Дидактика | 43 |
| *Старшие общие классы:* | 103 |
| Педагогическая пропедевтика | 76 |
| Дидактика | 22 |
| Физическое воспитание | 5 |

В специальных классах изучается примерно вдвое больше эпистем, чем в старших общих классах; аналогичная тенденция наблюдается для учебной дисциплины «Дидактика». При этом ключевой дисциплиной является педагогика: в специальных классах эта учебная дисциплина формирует примерно 81% изучаемых эпистем; в старших общих классах «Педагогическая пропедевтика» формирует примерно 74% эпистем, изучаемых в курсе обучения.

Рассмотрим эпистемодидактические представления содержания программы по педагогике для специальных классов (таблица 28).

Таблица 28 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Педагогика»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Разбиение программы | Кол-во эпистем | Доля в учебной дисциплине | Доля в предыдущем уровне |
| Часть I: воспитание физическое | 65 | 36% | 36% |
| Часть II: воспитание умственно-нравственное: | 114 | 64% | 64% |
| Раздел «А. Душевные явления»: | 77 | 43% | 68% |
| Подраздел «I. Познавательный процесс» | 45 | 25% | 58% |
| Тема «Рассудочный процесс» | 14 | 8% | 31% |
| Другие темы | 31 | 92% | 69% |
| Другие подразделы | 32 | 75% | 42% |
| Другие разделы | 69 | 57% | 32% |
| Итого: | 179 | 100% | 100% |

Распределения эпистем по частям, разделам, подразделам и темам программы неравномерные. Ключевым с точки зрения эпистем на уровне частей является «Воспитание умственно-нравственное», которая формирует примерно 64% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; ключевым на уровне разделов – «Душевные явления», который формирует примерно 68% эпистем, изучаемых в соответствующей части; на уровне подразделов – «Познавательный процесс», который формирует примерно 58% эпистем, изучаемых в соответствующем разделе; на уровне тем – «Рассудочный процесс», который формирует примерно 31% эпистем, изучаемых в соответствующем подразделе.

Эпистемодидактические представления программы по педагогической пропедевтике для старших общих классов приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Педагогическая пропедевтика»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Доля в учебной дисциплине | Доля в предыдущем уровне |
| Раздел «А. Явления душевные» | 47 | 62% | 62% |
| Подраздел «I. Явления познавания» | 31 | 41% | 66% |
| Тема «Рассудок» | 17 | 22% | 55% |
| Другие темы | 14 | 78% | 45% |
| Другие подразделы | 16 | 59% | 34% |
| Другие разделы | 29 | 38% | 38% |
| Итого: | 76 | 100% | 100% |

Распределение эпистем по разделам, подразделам и темам программы неравномерное. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Явления душевные», который формирует примерно 62% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; ключевым на уровне подразделов – «Явления познавания», который формирует примерно 66% эпистем, изучаемых в соответствующем разделе; на уровне тем – «Рассудок», который формирует примерно 55% эпистем, изучаемых в соответствующем подразделе.

Таким образом, главенствующую роль в подготовке по педагогике, как в специальных классах, так и в старших общих классах, занимает раздел «Душевные явления», который определяет познавательный процесс, включающий формирование восприятия, памяти, воображения, рассудка и др.

Для Первой официальной программы по математике для гимназий, утвержденной в 1845 году [54, с. 153], рассмотрим эпистемодидактические представления, которые приведены в таблице 30. Заметим, что по возрастным характеристикам обучение в первом классе гимназии примерно соответствует пятому классу современной школы.

Таблица 30 – Эпистемодидактические представления математических дисциплин Первой официальной программы по математике для гимназий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименования  учебных дисциплин | Классы | | | | | | | Всего эпистем (1–6 классы) |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* |
| Арифметика | 14 | 32 | 2 | – | – | – | Повторение | 48 |

*Продолжение таблицы 30*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименования  учебных дисциплин | Классы | | | | | | | Всего эпистем (1–6 классы) |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* |
| Алгебра | – | – | 12 | 32 | 1 | 7 |  | 52 |
| Геометрия | – | – | – | 12 | 19 | – | 31 |
| Тригонометрия | – | – | – | – | – | 11 | 11 |
| Итого: | 14 | 32 | 14 | 44 | 20 | 18 | 142 |

Первая официальная программа обучения по математике предполагает изучение не менее 142 эпистем за шесть классов обучения (т.е. не менее 20 эпистем в год), из которых примерно 34% эпистем приходится на изучение арифметики, примерно 36% эпистем – на алгебру, примерно 22% эпистем – на геометрию и примерно 8% эпистем – на изучение тригонометрии. Таким образом, наиболее значимыми составляющими первой официальной программы по математике для гимназий являются арифметика и алгебра. В каждый год обучения предполагается изучать не более двух дисциплин. Распределение суммарного количества эпистем по годам обучения неравномерно и варьируется от 14 до 44 эпистем в год (наибольшее количество эпистем изучается в 4 классе). Разбиения эпистем для каждой из дисциплин по годам обучения также неравномерные, в частности, по алгебре варьируются от 1 до 32 эпистем в год.

Для Первой официальной программы по математике для гимназий [54, с. 153] (I программа), программы по математике для Женской гимназии Л.О. Вяземской [249, с. 164] (II программа) и программы по математике для Женской гимназии Н.П. Хвостовой [Там же, с. 137] (III программа) в таблице 31 рассмотрены эпистемодидактические сопоставления этих программ.

Таблица 31 – Сопоставление программ обучения по математике

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование программы | Классы | | | | | | | | Всего эпистем: |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| I программа | 14 | 32 | 14 | 44 | 20 | 18 | повторение | – | 142 |
| II программа | 4 | 4 | 1 | 9 | 10 | – | 9 | – | 37 |
| III программа | 8 | 9 | 18 | 18 | 24 | 11 | 21 | 19 (35) | 128 (163) |
| П р и м е ч а н и е – Для программы III в скобках указано количество эпистем с учетом математики и логики. | | | | | | | | | |

Эпистемодидактический анализ таблицы показывает, что количество изучаемых эпистем математики в Первой официальной программе по математике для гимназий и в программе Женской гимназии Н.П. Хвостовой значительно больше количества эпистем математики, изучаемых в Женской гимназии Л.О. Вяземской. В то же время, количество изучаемых эпистем математики в Первой официальной программе относительно близко количеству предлагаемых для изучения эпистем в программе Женской гимназии Н.П. Хвостовой. Дальнейший анализ этих программ выявляет расхождения в подходах к разбиениям учебного материала.

Рассмотрим далее эпистемодидактические представления и сопоставления программ по математике, в основе которых лежат учебники, широко использовавшиеся в общеобразовательных учреждениях в 90‑х годах XX века [201].

В этой связи рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставления программ по геометрии для 9–11 классов [143, с. 48]. В таблице 32 приведены эпистемодидактические представления программ по геометрии, базирующихся на трех учебниках: 1) А.В. Погорелов [189]; 2) Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев и др. [7]; 3) А.Д. Александров, А.Л. Вернер, В.И. Рыжик [1]. При этом для 9 классов представлены два варианта программ базового уровня, которые различаются по количеству часов в неделю, отведенных на изучение геометрии; для 9‑11 классов представлены также и программы углубленного уровня обучения.

Таблица 32 – Эпистемодидактические представления программ по геометрии (9–11 кл.)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс | Уровень / вариант обучения | Программа (А.В. Погорелов) | | | Программа  (Л.С. Атанасян и др.) | | | Программа  (А.Д. Александров и др.) | | |
| Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость | Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость | Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость |
| 9 | Базовый, 1 | 23 | 58 | 2,5 | 13 | 58 | 4,5 | – | – | – |
| Базовый, 2 | 14 | 53 | 3,8 | 10 | 56 | 5,6 | – | – | – |
| Углубленный | 46 | 87 | 1,9 | – | – | – | – | – | – |
| 10 | Базовый | 22 | 58 | 2,6 | 21 | 62 | 3,0 | – | – | – |
| Углубленный | 49 | 92 | 1,9 | – | – | – | 41 | 72 | 1,8 |
| 11 | Базовый | 23 | 53 | 2,3 | 18 | 57 | 3,2 | – | – | – |
| Углубленный | 45 | 86 | 1,9 | – | – | – | 43 | 87 | 2,0 |
| П р и м е ч а н и е *–* Без учета времени, отведенного на повторение материала. | | | | | | | | | | |

В программах базового уровня обучения для 9 класса по учебникам А.В. Погорелова и по учебникам Л.С. Атанасяна и др. суммарное количество эпистем варьируется от 10 до 23 эпистем. При этом для вторых вариантов базового уровня обучения трудоемкость, как правило, выше, чем для первых вариантов, что отражает высокую сложность изучаемых эпистем, требующих значительных затрат времени на изучение каждой эпистемы. В программах базового уровня обучения для 10–11 классов по учебникам А.В. Погорелова и по учебникам Л.С. Атанасяна и др. варьируется от 18 до 23 эпистем; при этом трудоемкость варьируется от 2,3 до 3,2 часов на изучение одной эпистем, что отражает высокую сложность изучаемых эпистем. В программах углубленного уровня обучения для 9–11 классов по учебникам А.В. Погорелова и в программах по учебникам А.Д. Александрова и др. формируются другие разбиения учебного материала и количество эпистем в этих программах варьируется от 41 до 49 эпистем при увеличении количества часов примерно в 1,5 раза (по сравнению с базовым уровнем). В результате увеличения количества изучаемых эпистем и увеличения количества часов на обучение трудоемкость варьируется от 1,8 до 2,0 часов на изучение одной эпистемы, что в среднем ниже, чем уровень трудоемкости для базового уровня обучения. Наблюдаемая неравномерность как разбиений на эпистемы, так и трудоемкости изучения эпистем может объясняться, в частности, разной наполняемостью эпистем, входящих в соответствующие разделы (некоторые эпистемы могут изучаться только в пределах определений, другие более развернуто и глубоко).

Рассмотрим эпистемодидактические представления разбиений на разделы учебных программ для 11 класса по геометрии (таблица 33).

Таблица 33 – Эпистемодидактические представления программ по геометрии (11 класс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Программа  (А.В. Погорелов) | | | | | | Программа (А.Д.Александров и др.) | | |
| базовый | | | углубленный | | | углубленный | | |
| Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость | Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость | Кол-во  эпистем | Кол-во  часов | Трудо-емкость |
| Многогранники | 11 | 16 | 1,5 | 26 | 30 | 1,2 | 11 | 25 | 2,3 |
| Другие разделы | 12 | 37 | 3,1 | 19 | 56 | 2,9 | 32 | 62 | 1,9 |
| Итого: | 23 | 53 | 2,3 | 45 | 86 | 1,9 | 43 | 87 | 2,0 |

Программы по геометрии для 11 класса в программах по учебникам А.В. Погорелова и А.Д. Александрова пересекаются по ряду разделов, в частности, «Многогранники». В каждой программе рассматривается 3‑4 раздела, причем подходы к формированию разбиений различны. Разбиения с точки зрения эпистем в программах неравномерные. Для учебных программ по учебнику А.В. Погорелова суммарное количество эпистем на базовом уровне превышает примерно в 2 раза суммарное количество эпистем на углубленном уровне; для программ по учебнику А.В. Погорелова и по учебнику А.Д. Александрова и др. на углубленном уровне суммарное количество эпистем имеют примерно равные значения. Для программ базового и углубленного уровней обучения в 11 классе по учебнику А.В. Погорелова ключевым является раздел «Многогранники» (48% и 58% изучаемых эпистем соответственно); для программы для углубленного уровня по учебнику А.Д. Александрова и др. – раздел «Многогранники», который формирует примерно 26% изучаемых эпистем в данной учебной дисциплине. Заметим, что в программе базового уровня по учебнику Л.С. Атанасяна раздел «Многогранники» изучается в 10 классе. При рассмотрении раздела «Многогранники» количество эпистем для программы базового уровня по учебнику А.В. Погорелова и для программы углубленного уровня по учебнику А.Д. Александрова и др. совпадает, однако, время на изучение эпистем раздела на углубленном уровне по учебнику А.Д. Александрова и др. в 1,5 раза превышает время, отведенное на изучение эпистем раздела на базовом уровне по учебнику А.В. Погорелова. Тем самым, более глубокое изучение соответствующих эпистем с более высоким уровнем трудоемкости происходит на углубленном уровне обучения по учебнику А.Д. Александрова и др. Изучение раздела «Многогранники» при переходе с базового на углубленный уровень по учебнику А.В. Погорелова обеспечивается за счет увеличения количества изучаемых эпистем и количества часов в программе углубленного уровня по сравнению с программой базового уровня. В связи с этим, трудоемкости изучения раздела «Многогранники» по учебнику А.В. Погорелова для базового и углубленного уровней близки.

Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать и анализировать стандарты, программы учебных дисциплин, курсов и т.п. вне зависимости от принадлежности к уровню обучения, системе образования, территориальной принадлежности и т.д. Эти вопросы рассматриваются в [115; 120, с. 109; 173, с. 132].

В настоящее время в системе образования США ориентиры смещаются, главным образом, на изучение естественных наук, технологий, инженерных наук и математики – так называемых «STEM» [261] (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Совместными усилиями преподавателей и специалистов в области математики были сформулированы и оформлены в особый документ «Общие основные государственные стандарты» (далее – Общие стандарты) [255]. Законодательство США в области образования является прерогативой каждого штата в отдельности. При этом, начиная с 2010 года, 44 штата США приняли решение работать в соответствии с Общими стандартами. Однако, «не все штаты будут использовать одни и те же тесты для оценки результатов обучения, многие будут использовать тесты, разработанные сторонними образовательными консорциумами» [259].

Общие стандарты представляют собой синтез лучшего современного международного опыта, в частности, в области математики. Отмечается, что «учащимся необходимы математика и естественные науки, чтобы понимать и осваивать такие предметы, как история, география, музыка и искусство» [262, с. 7]. Общие стандарты основаны на принципе «сфокусированности» [255, с. 3] на небольшом количестве математических концепций. Общие стандарты сформированы для обучения математике, начиная с детского сада и до выпускного 12 класса общеобразовательной школы, в связи с чем, входят в систему «К–12» («K» – kindergarten – детский сад, «12» – двенадцатый класс общеобразовательной школы).

Общие стандарты имеют единообразную структуру построения. В американской системе обучения под термином «стандарт» подразумевается конкретный пункт изучения (например, «Счет до ста единицами и десятками» [255, с. 11], «Решение квадратных уравнений с действительными коэффициентами, имеющих комплексные корни» [Там же, с. 60] и др.). Таким образом, «стандарт определяет, что учащиеся должны понимать и уметь делать» [Там же, с. 5]. Стандарты объединены в разделы, при этом отмечается, что «стандарты, относящиеся к различным разделам, могут быть тесно связаны благодаря тому, что математика является взаимосвязанным предметом» [Там же, с. 5]. В свою очередь, разделы объединены в более крупные группы – области изучения, в которых также «стандарты, представляющие различные области, иногда могут быть тесно связаны между собой» [Там же, с. 5]. Для каждого года обучения, начиная со ступени детского сада до 8 класса включительно, представлены основные направления обучения, описывающие, что будут изучать и чем будут заниматься учащиеся в ходе освоения учебного материала. Для соответствующих направлений определены сформированные области изучения. Таким образом, выстроена иерархическая структура Общих стандартов: стандарт – раздел – область – направление. Например, для математики 1 класса для одного из направлений может быть рассмотрено следующее иерархическое построение учебного материала (разбиение от направления к стандарту):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ступень 1.* Направление 4.«Рассуждения о свойствах, составлении и разбиении геометрических форм» [255, с. 3]. | | | |
|  | *Ступень 2.* Область 4. «Геометрия» [Там же, с. 16]. | | |
|  |  | *Ступень 3.* Раздел 1. «Рассуждение о формах и их свойствах» [Там же, с. 16]. | |
|  |  |  | *Ступень 4.* Стандарт 1. «Проведение различия между определяющими свойствами (например, треугольники замкнуты и имеют три стороны) и неопределяющими свойствами (например, цвет,...); построение и изображение фигур, обладающих определяющими свойствами» [Там же, с. 16]. |

В рамках Общих стандартов учащимся старшей школы (9–12 классы американской школы) предлагается два подхода к обучению. Первый – это традиционный (для американской системы) подход, заключающийся в последовательном изучении курсов «Алгебра 1», «Геометрия», «Алгебра 2». Второй подход, называемый интегрированным, предполагает изучение последовательности курсов «Математика 1», «Математика 2», «Математика 3», в которых соответствующие области математики разбиты на разделы, включающие алгебру, геометрию и др. Кроме того, учащиеся могут выбирать математические курсы из предлагаемых учебным заведением. Оба эти подхода рассчитаны на три года обязательного изучения математики. Предполагается, что далее (в четвертый год обучения) учащиеся могут, исходя из своих предпочтений и способностей, выбирать другие продвинутые математические курсы, предлагаемые школой.

Заметим, что стандарты для старшей школы организованы не по годам обучения, а по концептуальным математическим категориям: числа и величины, алгебра, функции, геометрия, статистика и вероятность, а также моделирование.

«Стандарты не требуют строго придерживаться учебного плана или методов обучения» [255, с. 5], что дает учителю возможность самостоятельно определять порядок изучения тем и дополнять учебный материал на свое усмотрение при условии достижения освоения учащимися знаний и овладения навыками применений, сформулированных в Общих стандартах. В то же время, «преподавание математики должно состоять в гораздо большем, чем просто механическое применение определений и формул… . Требуется, чтобы учащиеся демонстрировали глубокое концептуальное понимание и способность применять основополагающие математические понятия при решении многоэтапных практических задач» [260]. Таким образом, четко указывается, что «знания, навыки и практические умения, важные с точки зрения готовности к поступлению в колледж и будущей карьеры, включены в основное содержание математических стандартов» [255, с. 84].

Проведение эпистемодидактических исследований содержания Общих стандартов показывает, что каждая эпистема может иметь различное содержательное наполнение (стандарт, раздел, область, направление), определяемое экспертными оценками.

В таблице 34 даны эпистемодидактические представления разбиений по годам обучения стандартов (как пунктов изучения), разделов и областей учебного материала. Заметим, что в скобках указано количество эпистем, представляющих стандарты, которые включают дополнительные темы, предназначенные для тех учащихся, которые предполагают изучать математику углубленно в других предлагаемых школами математических курсах. Однако эти темы могут быть включены и в основной курс, что остается на усмотрение учителя.

Таблица 34 – Разбиения по годам обучения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ступень обучения / концептуальная категория | Кол-во эпистем, определяющих направление | Кол-во эпистем, определяющих область | Кол-во эпистем, определяющих раздел | Кол-во эпистем, определяющих стандарт |
| *Детский сад – 8 класс* | | | | |
| Детский сад | 2 | 5 | 9 | 22 |
| 1 класс | 4 | 4 | 11 | 21 |
| 2 класс | 4 | 4 | 10 | 26 |
| 3 класс | 4 | 5 | 11 | 25 |
| 4 класс | 3 | 5 | 12 | 28 |
| 5 класс | 3 | 5 | 11 | 26 |
| 6 класс | 4 | 5 | 10 | 29 |
| 7 класс | 4 | 5 | 9 | 24 |
| 8 класс | 3 | 5 | 10 | 28 |
| *9–12 классы* | | | | |
| Число и величина | – | 4 | 9 | 8 (27) |
| Алгебра | – | 4 | 11 | 23 (27) |
| Функции | – | 4 | 10 | 22 (27) |
| Геометрия | – | 6 | 15 | 37 (43) |
| Статистика и вероятность | – | 4 | 9 | 22 (31) |
| Итого: | 31 | 65 | 147 | 341 (384) |

Разбиения и эпистемодидактические представления математических стандартов по годам обучения позволяют наглядно увидеть примерную равнозначность разбиений по соответствующим направлениям, по областям, по разделам и по стандартам на каждой из ступеней обучения. В целом, в соответствии с вновь вводимыми стандартами математического образования выпускники американской общеобразовательной школы за все годы обучения, начиная с детского сада и до 12 класса, должны будут освоить порядка 340 стандартов на базовом уровне (384 стандарта на углубленном уровне). В среднем для одного года обучения предполагается изучать математику примерно по 3 направлениям, по 5 областям, включающим 11 разделов, в которых рассматриваются и должно быть усвоено примерно 26 стандартов, т.е. менее одного стандарта в учебную неделю. Ясность восприятия общей картины школьного математического образования достигается благодаря такому иерархическому построению системы математического образования для общеобразовательной школы, где количественные данные, получаемые из эпистемодидактических представлений, отражают примерно равнозначные разбиения в соответствующих группах (направлениях, областях, разделах, стандартах) и представляют собой величины от 2 до 43 эпистем.

В таблице 35 представлено распределение учебного материала по годам обучения с детского сада до 8 класса включительно.

Таблица 35 – Распределение областей учебного материала по годам обучения   
с детского сада по 8 класс

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дет. сад / Класс  Наименование области | Дет. сад | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Счет и количественные числительные | \* | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Операции и алгебраическое мышление | \* | \* | \* | \* | \* | \* | – | – | – |
| Числа и операции в десятичном исчислении | \* | \* | \* | \* | \* | \* | – | – | – |
| Числа и операции – дроби | – | – | – | \* | \* | \* | – | – | – |
| Измерения и данные | \* | \* | \* | \* | \* | \* | – | – | – |
| Геометрия | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* |
| Коэффициенты и отношения пропорциональности | – | – | – | – | – | – | \* | \* | – |
| Система чисел | – | – | – | – | – | – | \* | \* | \* |
| Выражения и уравнения | – | – | – | – | – | – | \* | \* | \* |
| Функции | – | – | – | – | – | – | – | – | \* |
| Статистика и вероятность | – | – | – | – | – | – | \* | \* | \* |

Таблица дает представление о распределении, последовательности и продолжительности изучения эпистем, определяющих области учебного материала по математике. В частности, можно отметить, что, геометрия изучается, начиная с детского сада и до 8 класса включительно. Заметим, что в старшей школе геометрия также обязательна к изучению и выделена в особую концептуальную категорию.

В качестве примера рассмотрим эпистемодидактические представления разбиений математических стандартов для 8 класса (таблица 36).

Таблица 36 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математика» (8 класс)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование областей и разделов | Кол-во эпистем |
| Выражения и уравнения: | 8 |
| Действия с корнями и числовыми степенями | 4 |
| Другие стандарты | 4 |
| Геометрия: | 9 |
| Понимание равенства и сходства, используя физические модели или  компьютерные программы по геометрии | 5 |
| Другие стандарты | 4 |
| Другие разделы | 11 |
| Итого: | 28 |

В 8 классе обучаемые должны овладеть знаниями и практическими навыками применения 28 эпистем, определяющих содержание Общих стандартов. Ключевыми с точки зрения эпистем на уровне областей являются «Геометрия» и «Выражения и уравнения», которые формируют примерно 61% эпистем, изучаемых в данном классе; на уровне разделов в области «Выражения и уравнения» – раздел «Действия с корнями и числовыми степенями», который формирует примерно 50% эпистем изучаемой области и примерно 14% всех эпистем, изучаемых в 8 классе; на уровне разделов в области «Геометрия» – раздел «Понимание равенства и сходства, используя физические модели или компьютерные программы по геометрии», который формирует примерно 50% эпистем изучаемой области и примерно 14% всех эпистем в 8 классе.

В старшей школе (9–12 классы) учебный материал распределен по концептуальным категориям без соотнесения с годами обучения. Обучение проводится как на базовом, так и на углубленном уровнях. В таблице 37 приведены эпистемодидактические представления концептуальной категории «Геометрия».

При изучении концептуальной категории «Геометрия» учащиеся должны овладеть знаниями и практическими навыками применения на базовом уровне 37 эпистем (на углубленном уровне – 43 эпистем), определяющих содержание Общих стандартов. Ключевыми с точки зрения эпистем на базовом и углубленном уровнях являются области «Равенство» и «Подобие, прямоугольные треугольники и тригонометрия», которые формируют примерно 57% (56%) эпистем, изучаемых в рамках данной концептуальной категории.

Таблица 37 – Эпистемодидактические представления концептуальной категории «Геометрия»

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование областей | Кол-во эпистем |
| Равенство | 13 |
| Подобие, прямоугольные треугольники и тригонометрия | 8 (11) |
| Другие области | 16 (19) |
| Итого: | 37 (43) |
| П р и м е ч а н и е *–* В скобках приведено количество эпистем, изучаемых на углубленном уровне. | |

При помощи экспертных оценок можно сопоставлять наполняемость стандартов и формировать равнозначные разбиения с использованием коэффициентов. Эпистемы направлений, областей, разделов и стандартов неравнозначны между собой, поскольку представляют эпистемы разного содержательного наполнения. Тем не менее, можно рассматривать сопоставления эпистем внутри соответствующих групп. При этом для сопоставления эпистем, представляющих разные группы (направления, области, разделы, стандарты), необходимо исследовать соответствующие коэффициенты. В конечном итоге, все зависит от целей исследования и представления (например, при формировании поурочного, понедельного, помесячного или другого планирования).

Эпистемодидактический анализ Общих стандартов школьного математического образования США показывает, что при построении современной системы математического образования используются в неявном виде математические подходы к формированию образовательных программ и учебного материала: включения, пересечения, объединения, дополнения, отношения, связи и взаимосвязи между эпистемами, функциональные зависимости между эпистемами, разбиения, иерархические последовательности, согласованность и непротиворечивость, сопоставления эпистем. При этом происходит переход к последовательному иерархическому построению программы по математике, начиная с детского сада до выпускного 12 класса. Иерархичность прослеживается как в изложении стандартов по годам обучения, так и при формировании областей изучения, внутри разделов этих областей, внутри тем. При построении этих иерархий прослеживаются взаимосвязи рассматриваемых эпистем как на одном, так и на нескольких уровнях соответствующих иерархий. Количественные характеристики приводимых стандартов позволяют оценивать доступность рассматриваемого материала, тем самым, заранее оценивать степень его сложности и нагрузку на обучаемого, выявлять ключевые направления и разделы для изучения. Выбор небольшого количества математических направлений позволяет не только глубже изучать материал, но и формировать индивидуальные траектории обучения в зависимости от способностей учащихся.

Рассмотрим эпистемодидактические представления математических учебных дисциплин, которые предлагаются к изучению в одной из ведущих и старейших школ США – частной школы-интерната Академии Филлипса, расположенной в штате Массачусетс, расчитанной на обучение в 9–12 классах. Выпускники этой школы, как правило, поступают в лучшие вузы США, включая Йельский, Гарвардский, Джорждтаунский университеты, Массачусеттский технологический институт и др. Для ряда математических учебных дисциплин 9–12 классов, предлагаемых к изучению в Академии Филлипса [257], в таблице 38 приведены соответствующие эпистемодидактические представления [140, с. 59].

Таблица 38 – Эпистемодидактические представления математических учебных дисциплин для 9–12 классов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код дисциплины | Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем |
| MATH-100/0 | Элементарная алгебра | 5 |
| MATH-210 | Геометрия | 2 |
| MATH-320 | Начала математического анализа | 11 |
| MATH-380/4 | Начала математического анализа. Ускоренный курс | 13 |
| MATH-470 | Введение в дискретную математику и программирование | 14 |
| MATH-500/5 | Высшая математика | 5 |
| MATH-530/5 | Статистика II. Продвинутый курс | 10 |
| MATH-570 | Высшая математика II. Продвинутый курс АВ | 2 |
| MATH-580 | Высшая математика I. Продвинутый курс ВС | 7 |
| MATH-630/1 | Интенсивный математический семинар | 8 |
| MATH-651/5 | Линейная алгебра | 11 |
| П р и м е ч а н и е *–* Продвинутые курсы АВ и ВС предполагают изучение дисциплин уровня колледжа, находясь на ступени среднего образования. Интенсивный математический семинар предполагает глубокое изучение в течение семестра одной темы, выбранной в рамках учебной программы по математике. | | |

Кафедра математики предлагает студентам около 40 математических курсов разного уровня сложности и целевой направленности. Как правило, для того, чтобы иметь возможность изучать математику на более продвинутом уровне, в характеристике учебной дисциплины предлагается описание особых требований для такого перехода, в частности, например, требование предварительного изучения определенных математических учебных дисциплин, получение оценки не ниже фиксированного балла, иногда также требуются разрешение соответствующей кафедры и рекомендации преподавателей. Тем самым, составляются индивидуальные программы обучения.

Разбиения на эпистемы в данных программах имеют описательный характер, где обозначен круг тем и разделов математики, которые предполагается изучить в соответствующей дисциплине. Разбиения на эпистемы учебного материала варьируется от 2 до 14 эпистем в учебной дисциплине. Некоторые математические дисциплины расчитаны на изучение в течение всего года, другие – на меньшее время. Как правило, на математику отводится 5 часов в неделю в рамках соответствующих дисциплин.

Отметим, что в американской системе получение кредитов для поступления в колледж возможно также в рамках посещения летних школ и прохождения отдельных курсов вне школы. Это дает также возможность продолжить в школе изучение прослушанного курса на более продвинутом уровне.

Рассмотрим опыт Республики Корея, учащиеся которой демонстрируют одни из самых высоких показателей в мире по результатам международного тестирования, в частности, в рамках Международной программы по оценке знаний учащихся (Programme for International Student Assesment (PISA)) и Международного мониторингового исследования качества школьного математического и естественнонаучного образования (Trends in Mathematics and Science Study (TIMMS)). Стандартные программы обучения по математике в общеобразовательных школах Республики Корея, в основном, следуют программам по математике США. Одним из главных центров обучения одаренных старшеклассников в Республике Корея является Корейская научная академия при Корейском ведущем институте науки и технологий (Korea Science Academy of Korean Advanced Institute of Science and Technology), г. Пусан. Корейская научная академия создана и функционирует по принципам, аналогичным системам СУНЦ МГУ, СУНЦ НГУ и лучших американских математических школ. Программы обучения на ступени получения среднего образования, в т.ч. по математике, соответствуют специализированному уровню обучения [67]. Эпистемодидактические представления о количественных характеристиках программ ряда математических курсов, изучаемых в Корейской научной академии [99, с. 75], приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Эпистемодидактические представления математических дисциплин

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование учебной дисциплины | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Математика I | 38 | 75 | 0,5 |
| Математика II | 26 | 75 | 0,3 |
| Математика III | 14 | 45 | 0,3 |
| Математический анализ I | 62 | 64 | 1,0 |
| Математический анализ II | 42 | 45 | 0,9 |
| Математический анализ III | 20 | 45 | 0,4 |
| Основы теории чисел | 29 | 45 | 0,6 |
| Линейная алгебра | 37 | 45 | 0,8 |
| Дифференциальные уравнения | 33 | 45 | 0,7 |
| Итого: | 301 | 484 | 0,6 |
| П р и м е ч а н и е – Академический час составляет 50 минут. | | | |

Количество эпистем в учебной дисциплине варьируется от 14 до 62 эпистем. При этом по разделу «Математика» разработаны курсы, суммарное количество эпистем в которых составляет не менее 78 эпистем; по разделу «Математический анализ» – не менее 124 эпистем и т.д. Заметим, что количество эпистем в курсах «Математика I» и «Математический анализ I» превышает количество эпистем в соответствуюших курсах на следующих уровнях изучения этих учебных дисциплин. Это может быть связано, например, с введением большого количества новых эпистем для дальнейшего изложения соответствующих курсов. В то же время, при введении коэффициента взвешивания по уровню обучения, иногда оказывается, что 3 эпистемы первого уровня равнозначны 2 эпистемам второго уровня и 1 эпистеме третьего уровня, что отражает различия в трудозатратах изучения этих эпистем. Трудозатраты на изучение эпистем в рассматриваемых учебных дисциплинах не превышают 1, что характеризует уровень сложности изучаемых эпистем.

Приведенные эпистемодидактические представления и исследования стандартов и программ по математике отражают состояние математического образования в передовых иностранных общеобразовательных учебных заведениях.

Результаты **э**пистемодидактических исследований методического обеспечения обучения математике приведены в [159, с. 139; 160, с. 265; 161, с. 63].

Для методики преподавания математики в общеобразовательной школе, предложенной Ю.М. Колягиным и др. [53], концепции методики профильного и специализированного обучения преподавания математики в средних общеобразовательных учебных заведениях, предложенной в [92], методических пособий [51] к многоуровневым учебникам по математике [52] для 5**–**11 классов общеобразовательной школы во второй главе построены иерархические представления.

Анализируя методические пособия [51] к многоуровневым учебникам по математике для 5–11 классов общеобразовательной школы [52], рекомендованных Министерством образования и науки РФ (ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.), получаем эпистемодидактические интерпретации соответствующих методических составляющих процесса обучения. В каждом из этих учебных пособий расположение материала можно представить двумя способами. Одно из них традиционное, содержащее главы, параграфы, пункты. С другой стороны, учебный материал структурирован по определенной схеме, включающей, в частности, цели обучения, особенности подачи учебного материала, предварительные знания, умения и навыки, вновь вводимые математические понятия, вновь появляющиеся вспомогательные понятия, математические понятия, упоминаемые для ознакомления и привыкания к ним, самостоятельная работа учащихся, открытые вопросы к пунктам, указания к решению наиболее трудных задач, а также некоторые другие составляющие работы учителя.

С точки зрения эпистемодидактических интерпретаций методическая составляющая «цели, которые должны достигаться в процессе изучения данной главы, данного параграфа» [51, с. 7] подразумевает, что обучающий должен знать эпистемы, которые являются задачами, назначениями или результатами изучаемого материала. Методическая составляющая «предварительные знания, умения и навыки,предполагаемые у учащихся» [Там же, с. 7] может быть интерпретирована так, что при изучении нового учебного материала учитель знает множество эпистем, которыми владеют учащиеся, включая ранее изученные, неокончательные или заранее подготовленные эпистемы. В методической составляющей «вновь вводимые математические понятия перечисляются те из них, которые с различной степенью строгости определены, изучение которых производится» [Там же, с. 8], т.е. обращается внимание на новые эпистемы, которые изучаются на данном этапе обучения. Еще одной методической составляющей процесса обучения являются «открытые вопросы к пунктам». Открытые «вопросы – специальные темы для размышления и обсуждения» [Там же, с. 9], т.е. это те эпистемы, которые связаны с изложением учебного материала в соответствующем пункте учебника, но выходящие в том или ином смысле за рамки этого изложения. Предполагается, что такие эпистемы позволяют формировать новые эпистемы, используя эпистемы из других множеств изученных или изучаемых эпистем, поскольку «для ответа учащимся нужно попытаться самим дать определения понятий, попробовать обобщить некоторое определение на иные случаи и т.п.» [Там же, с. 9]. Работа над открытыми вопросами является, с точки зрения авторов пособий, обязательной для обучаемых: самостоятельно или при помощи учителя учащийся должен научиться формировать новые эпистемы, которые определяются этими вопросами (или ответами на них). Таким образом, эти новые эпистемы являются составной обязательной частью обучения, поскольку формируют отношения с другими множествами эпистем.

Каждая из методических составляющих процесса обучения содержит определенное количество эпистем, необходимых обучающему для преподавания материала обучаемым. Кроме конкретных элементов изучения, обучающий должен видеть взаимосвязи с другим материалом, т.е. он должен обладать дополнительными знаниями по отношению к обучаемым, и соответственно количество эпистем, которым должен владеть обучающий существенно превосходит количество эпистем, предлагаемых обучаемым.

Эпистемодидактические представления формируются исходя из предположения, что каждый пункт методических составляющих содержит одну новую эпистему для изложения учебного материала. Заметим, что нулевое значение количества эпистем в построенных таблицах означает, что материал учебника по данному вопросу содержит достаточный объем материала для учителя.

Эпистемодидактические представления разбиений по методическим составляющим содержания методических пособий для учителей математики для 5–11 классов приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Эпистемодидактические представления. Математика. Методические пособия для учителей. 5–11 классы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Классы  Методические составляющие | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | Кол-во эпистем |
| Цели обучения | 74 | 91 | 90 | 84 | 77 | 102 | 95 | 613 |
| Предварительные знания, умения и навыки | 114 | 67 | 91 | 41 | 10 | 4 | 55 | 382 |
| Вновь вводимые понятия | 186 | 138 | 134 | 78 | 88 | 76 | 69 | 769 |
| Открытые вопросы к пунктам | 316 | 305 | 367 | 360 | 292 | 402 | 360 | 2 402 |
| Другие составляющие | 588 | 485 | 397 | 450 | 422 | 367 | 424 | 5 535 |
| Итого: | 1 278 | 1 086 | 1 079 | 1 013 | 889 | 951 | 1 003 | 7 299 |

В пособиях в дополнение к учебникам по математике с целью формирования целостной подачи учебного материала предлагается для рассмотрения 7299 эпистем, из которых наиболее существенная доля приходится на открытые вопросы к пунктам – примерно 33% от суммарного количества эпистем, предложенных для рассмотрения обучаемым в ходе процесса обучения в 5–11 классах. Открытым вопросам уделяется повышенное (в то же время, относительно равномерное по годам обучения) внимание. С одной стороны, это обусловлено тем, что на открытые вопросы не всегда содержатся явные ответы в учебнике, а с другой стороны, ответы на такие вопросы являются важными составляющими процесса обучения. Таким образом, в дополнение к эпистемам соответствующих учебников обучающий должен обладать знаниями в 5‑11 классах в среднем около 1000 эпистем для каждого года обучения. Отметим, что на 5 класс приходится наибольшее количество эпистем, представляющих методические составляющие. Это связано с переходом от начальной ступени образования к среднему звену, когда особое внимание уделяется таким методическим составляющим как предварительные знания, умения и навыки, вновь вводимые понятия и др.

Рассмотрим эпистемодидактические представления методического сопровождения по математике, например, для 11 класса по главам соответствующих учебников (таблица 41).

Таблица 41 – Эпистемодидактические представления. Математика. Методические пособия для учителей. 11 класс. Разбиения эпистем по главам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Главы  Методи-  ческие составляющие | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | Кол-во  эпистем |
| Цели обучения | 12 | 5 | 4 | 10 | 6 | 9 | 4 | 7 | 3 | 3 | 7 | 7 | 12 | 6 | 95 |
| Предварительные знания, умения и навыки | 0 | 4 | 0 | 15 | 18 | 12 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 |
| Вновь вводимые понятия | 0 | 4 | 0 | 18 | 5 | 1 | 0 | 9 | 5 | 8 | 0 | 19 | 0 | 0 | 69 |
| Открытые вопросы к пунктам | 39 | 19 | 16 | 47 | 34 | 43 | 20 | 22 | 18 | 13 | 15 | 35 | 19 | 20 | 360 |
| Другие составляющие | 20 | 42 | 37 | 31 | 40 | 50 | 58 | 34 | 20 | 38 | 14 | 23 | 14 | 3 | 424 |
| Итого: | 71 | 74 | 57 | 121 | 103 | 115 | 82 | 72 | 52 | 62 | 36 | 84 | 45 | 29 | 1 003 |

Суммарное количество эпистем в пособии для 11 класса составляет 1003 эпистемы, из которых наиболее существенная доля приходится на открытые вопросы к пунктам – примерно 36% от суммарного количества эпистем, предложенных для рассмотрения обучающим в 11 классе. При этом наибольшее количество эпистем методических составляющих соответствует главе 4 «Координаты и векторы в пространстве» и главе 6 «Комплексные числа». Количество эпистем, которыми должен владеть обучающий в дополнение к эпистемам соответствующих учебников распределено неравномерно по главам, при этом формирование ключевых методических составляющих и их доля в суммарном количестве эпистем методического сопровождения, как правило, сохраняется от класса к классу.

Рассмотрим эпистемодидактическое представление параграфов главы 4 «Координаты и векторы в пространстве» из методического пособия по математике для 11 класса (таблица 42).

Таблица 42 – Эпистемодидактические представления. Математика. 11 класс. Глава 4. Разбиение эпистем по параграфам

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параграф  Методические составляющие | § 1 | § 2 | § 3 | § 4 | § 5 | Кол-во  эпистем |
| Цели обучения | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 10 |
| Предварительные знания, умения и навыки | 2 | 0 | 5 | 3 | 5 | 15 |
| Вновь вводимые понятия | 4 | 0 | 3 | 8 | 3 | 18 |
| Открытые вопросы к пунктам | 9 | 10 | 8 | 10 | 10 | 47 |
| Другие составляющие | 7 | 4 | 6 | 9 | 5 | 31 |
| Итого: | 23 | 17 | 23 | 33 | 25 | 121 |

В главе 4 количество эпистем, которыми должен владеть учитель в дополнение к эпистемам соответствующего учебника распределено относительно равномерно по параграфам главы и составляет 121 эпистему. При этом на открытые вопросы к пунктам приходится примерно 40% эпистем, предложенных для рассмотрения учителям в этой главе.

Благодаря полученным количественным характеристикам обучающий получает четкое восприятие тех пунктов методических составляющих, на которые необходимо обратить особое внимание и формировать поурочное планирование на этой основе. Применение эпистемодидактических исследований позволяет оказывать влияние на построение процесса обучения в целом: на учебные планы, программы, поурочное планирование и пр. Это, в свою очередь, позволяет формировать факторизации учебного материала с учетом ступеней и уровней обучения в рамках урока, недели, четверти, года и т.д.

Таким образом, эпистемодидактические исследования дают возможность получать количественные представления разбиений учебных программ, стандартов, методических составляющих по годам обучения, по разделам, темам и др., сопоставлять и анализировать соответствующие разбиения, что в данном параграфе подтверждено следующими примерами.

В рамках проведения эпистемодидактических исследований исторических программ обучения рассмотрены программы педагогических курсов для специальных и старших общих классов женских учебных заведений, составленные К.Д. Ушинским. В результате сопоставлений определено количество эпистем по учебным дисциплинам обоих курсов, выявлены ключевые учебные дисциплины, рассмотрены разбиения отдельных учебных дисциплин на части, разделы, подразделы, темы и выявлены соответствующие ключевые разделы, подразделы, темы, установлена неравномерность распределения эпистем по частям, разделам, подразделам и темам курсов.

Для Первой официальной программы по математике для гимназий рассмотрены разбиения по учебным дисциплинам и годам обучения, определены соответствующие количественные значения эпистем в учебных дисциплинах, установлены наиболее значимые дисциплины по количеству изучаемых эпистем, отмечена неравномерность распределения количества эпистем по годам обучения в целом и по учебным дисциплинам. Проведены сопоставления рассматриваемой программы и двух программ по математике для женских гимназий по количеству изучаемых эпистем в разбиении по годам обучения.

Проведены эпистемодидактические исследования и сопоставления программ базового и углубленного уровней обучения для 9–11 классов, составленных по ряду учебников по геометрии, которые использовались в общеобразовательных учреждениях 90-х годов ХХ века, определены количество эпистем для рассматриваемых программ, трудоемкости изучения эпистем, проанализированы разбиения на разделы учебных программ для 11 класса, относящиеся к различным уровням обучения, отмечены пересечения разделов при различных подходах к формированию разбиений, выявлены ключевые разделы, рассчитаны трудоемкости изучения эпистем, установлены факторы, влияющие на переход с одного уровня обучения на другой.

В параграфе рассмотрены особенности составления и содержания «Общих основных государственных стандартов» США в области математики (К–12 – от ступени детского сада до 12 класса), в частности, показана иерархия построения стандартов, в которой определены пункты, разделы, области и направления, приведены разбиения по годам обучения и произведены расчеты количества эпистем для пунктов, разделов, областей и направлений, отмечена примерная равнозначность соответствующих разбиений, получено представление о распределении, последовательности и продолжительности изучения эпистем, определяющих содержание учебного материала, с точки зрения эпистем проанализированы разбиения математических стандартов для 8 класса, выявлены ключевые разделы и пункты стандартов, для концептуальной категории «Геометрия», изучаемой в 9–12 классах, определено количество эпистем для изучения на базовом и углубленном уровнях, выявлены соответствующие ключевые эпистемы, в целом отмечена иерархичность построения содержания стандартов по годам обучения в рамках предлагаемых для изучения вопросов.

Рассмотрены эпистемодидактические представления ряда программ для 9–12 классов по математическим учебным дисциплинам одной из ведущих американских частных школ, проведены расчеты количества эпистем для этих программ обучения, отмечены особенности перехода с одного уровня обучения на другой.

Проведены эпистемодидактические исследования ряда программ по математике, предлагаемых для изучения в одном из главных центров специализированного обучения одаренных детей в Республике Корея – Корейской научной академии. Определено количество эпистем в учебных дисциплинах для соответствующих уровней обучения, произведены расчеты трудозатрат и охарактеризован уровень сложности изучаемых эпистем.

С точки зрения эпистем представлены соответствующие интерпретации методических составляющих для методических пособий к многоуровневым учебникам по математике для 5‑11 классов, каждая из методических составляющих содержит определенное количество эпистем, которые необходимы обучающему для преподавания, отмечено, что количество эпистем, которыми владеет обучающий, превосходит количество эпистем, которое предлагается обучаемым. Исследованы разбиения содержания методических пособий по годам обучения, разбиения пособия для 11 класса по главам, разбиения главы по параграфам в разрезе методических составляющих (цели обучения, вновь вводимые понятия, открытые вопросы к пунктам и др.), произведены расчеты количества эпистем, определены ключевые методические составляющие для рассматриваемых разбиений, установлены равномерность или неравномерность распределения эпистем в соответствующих разбиениях. Тем самым, эпистемодидактические исследования методических составляющих позволяют формировать систему поурочного планирования, в явном виде оценивая уровень сложности или доступности учебного материала при изложении.

В результате, в данном параграфе экспериментально определены и подтверждены возможности проведения эпистемодидактических исследований различных (в т.ч., исторических) российских программ обучения и методики преподавания, а также возможности проведения исследований с точки зрения эпистем иностранных стандартов и программ обучения в рамках ступени среднего образования.

**3.3. Эпистемодидактические исследования программ в системах среднего и высшего профессионального образования**

Эпистемодидактические исследования позволяют проводить исследования и сопоставления программ обучения различных ступеней образования. В этой связи в данном параграфе выполняются экспериментальные расчеты, в рамках которых определяются различные количественные показатели, а также анализируется структура и составляющие содержания программ обучения на ступени среднего профессионального образования (в частности, ВКИ НГУ), программ обучения в бакалавриате и магистратуре в рамках высшего профессионального образования (в частности, ФИТ НГУ, Факультета информатики (ФИ) ТГУ, ММФ НГУ), а также сопоставляются программы по математике для ступени среднего общего (полного) образования (базовый и профильный уровни) согласно ФГОС-1, ВКИ НГУ и СУНЦ НГУ, сопоставляется содержание учебных дисциплин ВКИ НГУ, бакалавриата и магистратуры ФИТ НГУ и др.

Рассмотрим результаты эпистемодидактических исследований содержания рабочих программ по специальности 2203 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» учреждения среднего профессионального образования ВКИ НГУ [94, с. 96; 97, с. 59; 122, с. 5].

Учебные дисциплины ВКИ НГУ условно подразделяются на общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины; общие математические и естественнонаучные дисциплины; общепрофессиональные дисциплины; специальные курсы; а также базовые проекты, входящие в состав специальных дисциплин, определяющих подготовку в области информационных технологий [210]. Эпистемодидактические представления учебных дисциплин, изучаемых в ВКИ НГУ, приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименования  учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-затраты | Кол-во зачетных единиц |
| *Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины* | | | | |
| Итого: | 2 014 | 1 519 | 1,3 | 2 027 |

*Продолжение таблицы 43*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименования  учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудо-затраты | Кол-во зачетных единиц |
| *Общие математические и естественнонаучные дисциплины* | | | | |
| Математика | 347 | 432 | 0,8 | 576 |
| Другие математические дисциплины | 241 | 412 | 0,6 | 549 |
| Физика | 322 | 288 | 1,1 | 384 |
| Химия | 195 | 74 | 2,6 | 99 |
| Другие учебные дисциплины | 245 | 122 | 2,0 | 163 |
| Итого: | 1 350 | 1 328 | 1,0 | 1 771 |
| *Общепрофессиональные дисциплины* | | | | |
| Операционные системы и среды | 47 | 160 | 0,3 | 213 |
| Базы данных | 84 | 115 | 0,7 | 153 |
| Пакеты прикладных программ | 199 | 54 | 3,7 | 72 |
| Основы алгоритмизации и программирования  (Часть II. Методы программирования) | 271 | 170 | 1,6 | 227 |
| Другие дисциплины | 788 | 1 142 | 0,7 | 1 523 |
| Итого: | 1 389 | 1 641 | 0,8 | 2 188 |
| *Специальные курсы* | | | | |
| Биоинформатика | 385 | 277 | 1,4 | 623 |
| Другие дисциплины | 201 | 284 | 0,7 | 640 |
| Итого: | 586 | 561 | 1,0 | 1 263 |
| *Базовые проекты* | | | | |
| Базовый проект «Системное программирование» | 111 | 72 | 1,5 | 162 |
| Другие дисциплины | 207 | 360 | 0,6 | 810 |
| Итого: | 318 | 432 | 0,7 | 972 |
| Всего: | 5 657 | 5 481 | 1,0 | 8 221 |

Выпускник ВКИ НГУ за время обучения осваивает около 5000 эпистем, что формирует его уровень или запас знаний как специалиста, окончившего учреждение среднего профессионального образования.

В общем объеме изучаемого материала происходит примерно следующее распределение дисциплин по количеству осваиваемых эпистем: на общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины приходится 2014 эпистем (примерно 36% от суммарного количества эпистем); на общие математические и естественнонаучные дисциплины – 1350 эпистем (примерно 24% эпистем); общепрофессиональные дисциплины – 1389 эпистем (примерно 25% эпистем); специальные курсы 586 эпистем (примерно 10% эпистем); базовые проекты – 318 эпистем (примерно 5% эпистем).

Ключевыми с точки зрения эпистем учебными дисциплинами в общих математических и естественнонаучных учебных дисциплинах являются «Математика» и «Физика», которые формируют примерно 50% изучаемых здесь эпистем; в общепрофессиональных учебных дисциплинах – «Пакеты прикладных программ» и «Основы алгоритмизации и программирования (Часть II. Методы программирования)», которые формируют примерно 34% изучаемых эпистем; в специальных курсах ключевой дисциплиной является «Биоинформатика», разбиения которой детализированы и в связи с этим, эпистемы этой специальной дисциплины формируют примерно 66% изучаемых эпистем; в базовых проектах ключевым является базовый проект «Системное программирование», эпистемы которого формируют примерно 35% изучаемых эпистем.

Трудозатраты по учебным дисциплинам составляет в среднем примерно 1,0 эпистемы в единицу времени. При этом наблюдаются отклонения от соответствующего среднего показателя. Например, в курсе «Пакеты прикладных программ» предполагается изучение 199 эпистем за 54 часа, т.е. 3,7 эпистемы в единицу времени; в курсе «Операционные системы и среды» предлагается для изучения 47 эпистем за 160 часов, т.е. 0,3 эпистемы в единицу времени. Такие расхождения могут быть обусловлены особенностями детализации разбиений при составлении соответствующих программ, уровнем сложности изучаемых эпистем и т.д.

Рассмотренные показатели и соотношения влияют также и на количество зачетных единиц по соответствующим учебным дисциплинам. В предлагаемом рассмотрении с точки зрения зачетных единиц ключевыми являются те же дисциплины, что и для распределения учебного времени.

Рассматривая отношение количества эпистем к количеству часов, отведенных на изучение соответствующих учебных дисциплин (трудозатраты на изучение эпистем), можно условно разбить учебные дисциплины на четыре группы:

* 1 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 3:1, т.е. в единицу времени изучается больше трех эпистем (например, 3,7 эпистемы в единицу времени для дисциплины «Пакеты прикладных программ»);
* 2 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 2:1, но не больше, чем 3:1, т.е. в единицу времени изучается больше 2, но не больше 3 эпистем (например, 2,6 эпистемы в единицу времени для дисциплины «Химия»);
* 3 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет больше, чем 1:1, но не больше, чем 2:1, т.е. в единицу времени изучается больше 1, но не больше 2 эпистем (например, 1,5 эпистемы в единицу времени для базового проекта «Системное программирование»);
* 4 группа − отношение количества эпистем к количеству часов составляет не больше, чем 1:1, т.е. в единицу времени изучается не больше одной эпистемы (например, 0,8 эпистемы в единицу времени для дисциплины «Математика» и 0,6 эпистемы в единицу времени для других математических дисциплин).

Разбиение на группы по трудозатратам позволяет дать наглядное представление о том, что учебные дисциплины первой и второй групп в среднем являются более насыщенными и предполагают больший объем информации для освоения в единицу времени. В то же время, дисциплины третьей и четвертой групп в среднем требуют значительно большего времени для освоения каждой эпистемы. Обратим внимание, что математические дисциплины входят в четвертую группу, где в единицу времени изучается менее одной эпистемы, и это отражает сложность и трудность эпистем этих дисциплин. Это сопоставимо с результатами в отношении эпистемодидактических представлений математики в средней и старшей школе.

Рассмотрим эпистемодидактические представления содержания программы ВКИ НГУ по математике (таблица 44). Обучение в ВКИ НГУ соответствует профильному уровню обучения в общеобразовательной школе, в связи с чем, для уровня учебных дисциплин при расчетах будем применятькоэффициент, равный 2. Заметим, что погрешность округлений находится в пределах 1–2%.

Таблица 44 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математика»

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое  для изложения эпистемы | Время, необходимое  для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| Основное содержание | 347 | 2 | 0,41 | 0,83 | 432 | 576 |
| I. Алгебра и начала анализа | 205 | 2 | 0,44 | 0,88 | 272 | 363 |
| Алгебраические уравнения и неравенства с одним неизвестным | 23 | 2 | 0,32 | 0,64 | 22 | 29 |

*Продолжение таблицы 44*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Уровень программы | Время, необходимое  для изложения эпистемы | Время, необходимое  для усвоения эпистемы | Кол-во часов | Кол-во зачетных единиц |
| Производная и ее приложения | 24 | 2 | 0,36 | 0,72 | 26 | 35 |
| ... | – | – | – | – | – | – |
| II. Геометрия | 142 | 2 | 0,38 | 0,75 | 160 | 213 |
| Перпендикулярность в пространстве | 29 | 2 | 0,28 | 0,55 | 24 | 32 |
| Метод координат в пространстве | 31 | 2 | 0,22 | 0,43 | 20 | 27 |
| ... | – | – | – | – | – | – |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине, составляет 347 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,8 эпистемы. Исходя из уровня курса и распределения времени на изложение и усвоение, условное значение количества зачетных единиц составляет 576 единиц. Время, необходимое для изложения и усвоения эпистем, распределено неравномерно по разделам программы. Ключевым на уровне разделов с точки зрения эпистем является раздел «Алгебра и начала анализа», который формирует примерно 59% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине; на уровне подразделов ключевыми являются – «Метод координат в пространстве», «Перпендикулярность в пространстве», «Производная и ее приложения» и «Алгебраические уравнения и неравенства с одним неизвестным», которые формируют примерно 19% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставление программ по математике для ступени среднего общего (полного) образования (базовый и профильный уровни) согласно ФГОС-1, для ВКИ НГУ и СУНЦ НГУ [99, с. 70; 119, с. 44; 135, с. 87; 145, с. 89; 146, с. 140] (таблица 45).

Таблица 45 – Сопоставление программ по математике. 10–11 классы различных уровней обучения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  ступени обучения /  учебного заведения | Уровень обучения | Кол-во эпистем | Кол-во  часов | Трудозатраты |
| Ступень СПОО | базовый | 144 | 250 | 0,6 |
| Ступень СПОО | профильный | 204 | 370 | 0,6 |
| ВКИ НГУ | средний профессиональный | 347 | 432 | 0,8 |
| СУНЦ НГУ | специализированный | 243 | 494 | 0,5 |

Сопоставление программ по математике отражает различия в подходах к разбиениям учебного материала. Сопоставление программы базового уровня по математике на ступени СПОО и программы по математике ВКИ НГУ показывает, что количество эпистем программы базового уровня составляет примерно 41% количества эпистем программы ВКИ НГУ. Сопоставление программы профильного уровня по математике на ступени СПОО и программы по математике ВКИ НГУ показывает, что количество эпистем программы профильного уровня составляет примерно 59% количества эпистем программы ВКИ НГУ. Сопоставление программы по математике СУНЦ НГУ и программы по математике ВКИ НГУ показывает, что количество эпистем программы СУНЦ НГУ составляет примерно 70% количества эпистем программы ВКИ НГУ. При этом суммарное количество часов возрастает при переходе от базового к профильному уровню обучения на ступени СПОО и далее при переходе к ступени среднего профессионального образования в ВКИ НГУ, к специализированному обучению в СУНЦ НГУ, причем количество часов на изучение эпистем математики в СУНЦ НГУ примерно вдвое превосходит соответствующее количество часов на базовом уровне обучения на ступени СПОО. На каждом из рассматриваемых уровней обучения в единицу времени изучается менее одной эпистемы. При этом количество эпистем, изучаемых в единицу времени на базовом и профильном уровнях ступени СПОО, совпадают. Количество эпистем, изучаемых в единицу времени в ВКИ НГУ, составляет примерно 133% от количества эпистем, изучаемых в единицу времени на ступени СПОО (т.е. 0,8/0,6). Количество эпистем, изучаемых в единицу времени в СУНЦ НГУ, составляет примерно 83% от количества эпистем, изучаемых в единицу времени на ступени СПОО (т.е. 0,5/0,6), и примерно 62,5% от количества эпистем, изучаемых в единицу времени на ступени СПОО (т.е. 0,5/0,6).

Рассмотрим результаты эпистемодидактических исследований содержания образовательных программ ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках подготовки бакалавров, а также магистрантов на ФИТ НГУ [118, с. 271; 128, с. 271; 168, с. 46]. Учебные дисциплины бакалавриата ФИТ НГУ [199] подразделяются на общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины, общие математические и естественнонаучные дисциплины, общепрофессиональные дисциплины направления и специальные дисциплины по соответствующим кафедрам. Эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин бакалавриата ФИТ НГУ приведены в таблице 46.

Таблица 46 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (бакалавриат)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин / кафедр | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| *Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины* | | | |
| Итого: | 1271 | 1152 | 1,1 |
| *Общие математические и естественнонаучные дисциплины* | | | |
| Математическая логика | 109 | 204 | 0,5 |
| Дискретная математика | 101 | 204 | 0,5 |
| Теория функций и функциональный анализ | 84 | 96 | 0,9 |
| Другие дисциплины | 417 | 972 | 0,4 |
| Итого: | 711 | 1 476 | 0,5 |
| *Общепрофессиональные дисциплины* | | | |
| Компьютерная графика | 145 | 96 | 1,5 |
| Электротехника и электроника | 128 | 96 | 1,3 |
| Базы данных | 86 | 162 | 0,5 |
| Объектно-ориентированное программирование | 290 | 204 | 1,4 |
| Другие дисциплины | 582 | 926 | 0,6 |
| Итого: | 1 231 | 1 484 | 0,8 |
| *Специальные дисциплины по кафедрам* | | | |
| Кафедра систем информатики | 675 | 1 135 | 0,6 |
| Кафедра компьютерных систем | 11 | 64 | 0,2 |
| Кафедра общей информатики | 301 | 884 | 0,3 |
| Кафедра информационно-измерительных систем | 520 | 644 | 0,8 |
| Кафедра паралеллельных вычислений, в т.ч.: | 358 | 848 | 0,4 |
| – дисциплина «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» | 72 | 72 | 1,0 |

Формирование приращения знаний на ступени бакалавриата ФИТ НГУ складываются из не менее чем 1271 эпистем общих гуманитарных и социально‑экономических дисциплин (примерно 40% эпистем, относящихся к общим гуманитарным и социально-экономическим, общим математическим и естественнонаучным, а также общепрофессиональным дисциплинам), аналогично, 711 эпистем общих математических и естественнонаучных дисциплин (примерно 22% эпистем), 1231 эпистем общепрофессиональных дисциплин (примерно 38% эпистем), а также эпистем специальных курсов, определяемых направлением специализации по соответствующей кафедре, количество эпистем которых по кафедрам суммарно составляет примерно 1865 эпистем. Таким образом, суммарное приращение знаний на ступени бакалавриата составляет более 3200 эпистем (без учета эпистем специальных курсов).

Ключевыми учебными дисциплинами с точки зрения эпистем в общих математических и естественнонаучных учебных дисциплинах являются «Математическая логика», «Дискретная математика», «Теория функций и функциональный анализ», которые формируют примерно 41% изучаемых эпистем; в общепрофессиональных учебных дисциплинах – «Компьютерная графика», «Электротехника и электроника» и «Объектно-ориентированное программирование», которые формируют примерно 46% изучаемых эпистем. Определяются также ключевые специальные курсы по кафедрам, например, по кафедре параллельных вычислений одной из ключевых является дисциплина «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» (примерно 20% эпистем).

По изучаемым учебным дисциплинам в бакалавриате ФИТ НГУ, в среднем по итоговым значениям, предполагается освоение от 0,2 до 1,1 эпистемы в единицу времени. Разброс показателя трудозатрат обусловлен особенностями подходов к разбиениям учебного материала. При этом по математическим учебным дисциплинам показатель трудозатрат на изучение эпистем составляет меньше единицы, что отражает сложность и трудность эпистем этих учебных дисциплин. Заметим, что это сопоставимо с результатами в отношении эпистемодидактических представлений математики на ступенях ООО и СПОО.

Рассмотрим учебные дисциплины магистратуры ФИТ НГУ по направлению подготовки магистров «Информатика и вычислительная техника», которые подразделяются на два цикла: цикл дисциплин направления и цикл специальных дисциплин [199]. Эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин магистратуры ФИТ НГУ приведены в таблице 47.

Таблица 47 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (магистратура)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин / кафедр | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| *Цикл дисциплин направления* | | | |
| История и методология информатики и вычислительной техники | 81 | 100 | 0,8 |
| Другие учебные дисциплины | 138 | 401 | 0,3 |
| Итого: | 219 | 501 | 0,4 |
| *Цикл специальных дисциплин* | | | |
| Кафедра систем информатики, в т.ч.: | 403 | 726 | 0,6 |
| – дисциплина «Формальные методы в описании языков и систем программирования» | 96 | 108 | 0,9 |
| Кафедра дискретного анализа и исследования операций, в т.ч.: | 36 | 150 | 0,2 |
| – дисциплина «Математические модели принятия решений» | 36 | 150 | 0,2 |
| Кафедра информационно-измерительных систем, в т.ч.: | 617 | 1222 | 0,5 |
| – дисциплина «Языки описания аппаратуры» | 110 | 108 | 1,0 |
| Кафедра общей информатики, в т.ч.: | 83 | 188 | 0,4 |
| – дисциплина «Мягкие вычисления: математические основы и приложения» | 66 | 102 | 0,6 |
| Кафедра параллельных вычислений, в т.ч.: | 177 | 426 | 0,4 |
| – дисциплина «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» | 47 | 72 | 0,7 |
| Специальные дисциплины по выбору, в т.ч.: | 478 | 487 | 1,0 |
| – дисциплина «Введение в математические основы САПР» | 137 | 54 | 2,5 |

Формирование приращения знаний на ступени обучения в магистратуре ФИТ НГУ складывается из не менее, чем 200 эпистем цикла дисциплин направления, а также из эпистем специальных дисциплин, определяемых выбранной специализацией, и специальными дисциплинами по выбору (количество эпистем специальных курсов суммарно составляет примерно 1794 эпистемы). Заметим, что каждая кафедра определяет необходимое количество часов прослушивания специальных курсов.

Ключевой с точки зрения эпистем в цикле дисциплин направления является «История и методология информатики и вычислительной техники», которая формирует примерно 37% эпистем; в цикле специальных дисциплин по кафедре систем информатики – дисциплина «Формальные методы в описании языков и систем программирования» формирует примерно 24% эпистем; по кафедре информационно-измерительных систем – дисциплина «Языки описания аппаратуры» формирует примерно 18% эпистем; по кафедре общей информатики – дисциплина «Мягкие вычисления: математические основы и приложения» формирует примерно 80% эпистем; по кафедре параллельных вычислений – дисциплина «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» формирует примерно 27% эпистем; в специальных дисциплинах по выбору – дисциплина «Введение в математические основы САПР» формирует примерно 29% эпистем.

По изучаемым дисциплинам в магистратуре ФИТ НГУ предполагается освоение, в среднем по итоговым значениям, от 0,2 до 1,0 эпистемы в единицу времени. При этом по учебным дисциплинам наблюдаются отклонения от соответствующего среднего показателя трудозатрат. Например, по дисциплине «Введение в математические основы САПР» предлагается для изучения 137 эпистем за 54 часа, т.е. 2,5 эпистемы в единицу времени. Разброс показателя трудозатрат обусловлен особенностями подходов к разбиениям учебного материала.

Рассмотрим сопоставление эпистемодидактических представлений учебной дисциплины «Базы данных», которая преподается в ВКИ НГУ [210] и изучается в рамках бакалавриата на ФИТ НГУ [199] (таблицы 48 и 49) [100, с. 55; 172]. Предполагается, что уровни обучения близки.

Таблица 48 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Базы данных» (ВКИ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Язык SQL | 20 | 16 | 1,3 |
| Разработка информационных приложений в среде СУБД MS ACCESS | 18 | 26 | 0,7 |
| Другие разделы | 46 | 73 | 0,6 |
| Итого: | 84 | 115 | 0,7 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине, составляет 84 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 0,7 эпистемы. Распределение эпистем по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Язык SQL» и «Разработка информационных приложений в среде СУБД MS ACCESS», которые формируют примерно 45% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Таблица 49 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Базы данных» (бакалавриат, ФИТ НГУ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Стандарт языка SQL. Доступ к базам данных из языков программирования | 12 | 64 | 0,2 |
| Распределенные и параллельные базы данных | 12 | 4 | 3,0 |
| Другие разделы | 62 | 94 | 0,7 |
| Итого: | 86 | 162 | 0,5 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине, составляет 86 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,5 эпистемы. Распределение эпистем по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Стандарт языка SQL. Доступ к базам данных из языков программирования» и «Распределенные и параллельные базы данных», которые формируют примерно 28% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Сопоставление содержания дисциплины «Базы данных», которая изучается в ВКИ НГУ, и дисциплины с тем же названием «Базы данных», которая изучается в бакалавриате ФИТ НГУ, показывает, что эпистемы, представляющие дисциплины, являются взаимодополняющими при наличии пересечений по ряду разделов. Суммарное количество эпистем, изучаемое в ВКИ НГУ (84 эпистемы) и в бакалавриате ФИТ НГУ (86 эпистем), сопоставимо, хотя времени на изучение в бакалавриате отводится почти на 50 часов больше, т.е. больше примерно на 40% учебного времени. В рамках той и другой дисциплины трудозатраты на изучение эпистем составляют менее одной эпистемы в единицу времени. При этом общим ключевым разделом для обеих программ является «Язык SQL». В то же время, с точки зрения времени обучения в рамках ВКИ НГУ этот раздел занимает 16 часов, а в бакалавриате ФИТ НГУ – 64 часа, а количество эпистем в ВКИ НГУ – 20 эпистем, а в бакалавриате ФИТ НГУ – 12 эпистем. Таким образом, трудозатраты на изучение эпистем этого раздела в ВКИ НГУ превосходят более, чем в 6 раз трудозатраты на изучение эпистем в бакалавриате ФИТ НГУ. Распределение показателя трудозатрат по разделам учебных дисциплин неравномерно.

Рассмотрим эпистемодидактические представления и сопоставление содержания программ по учебной дисциплине «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» [199], которая изучается в бакалавриате ФИТ НГУ, и дисциплины с тем же названием «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем», которая изучается в магистратуре ФИТ НГУ [Там же]. Эпистемодидактические представления содержания программы по данной учебной дисциплине для бакалавриата и магистратуры приведены в таблицах 50 и 51 соответственно.

Таблица 50 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» (бакалавриат, ФИТ НГУ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Динамические свойства параллельных программ, динамическая балансировка нагрузки | 4 | 12 | 0,3 |
| Архитектура графических ускорителей | 15 | 1 | 15,0 |
| Мелкозернистые вычисления: модели, алгоритмы | 12 | 4 | 3,0 |
| Другие разделы | 41 | 55 | 0,7 |
| Итого: | 72 | 72 | 1,0 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 72 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 1,0 эпистема. При этом максимальное значение количества эпистем, изучаемых в единицу времени, составляет 15 эпистем в единицу времени, минимальное значение – 0,2 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Архитектура графических ускорителей», «Мелкозернистые вычисления: модели, алгоритмы», которые формируют примерно 38% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Таблица 51 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» (магистратура, ФИТ НГУ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Конструирование параллельных программ. Основы фрагментированного программирования. Система программирования Аспект | 3 | 20 | 0,2 |
| Особенности разработки программ для архитектуры Cell B.E | 18 | 10 | 1,8 |
| Другие разделы | 26 | 42 | 0,6 |
| Итого: | 47 | 72 | 0,7 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 47 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,7 эпистемы. При этом максимальное значение количества эпистем, изучаемых в единицу времени, составляет 2,5 эпистемы в единицу времени, минимальное значение – 0,2 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы неравномерное. Ключевым с точки зрения эпистем является раздел «Особенности разработки программ для архитектуры Cell B.E.», который формирует примерно 38% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Сопоставление содержания дисциплин «Математическое обеспечение современных высокопроизводительных вычислительных систем» для бакалавриата и для магистратуры показывает, что эпистемы, представляющие рассматриваемые дисциплины, являются взаимодополняющими и расширяющими по отношению друг к другу. В частности, 4 эпистемы раздела «Динамические свойства параллельных программ, динамическая балансировка нагрузки», изучаемых на ступени бакалавриата, расширены тремя эпистемами раздела «Конструирование параллельных программ. Основы фрагментированного программирования. Система программирования Аспект», изучаемых на ступени магистратуры.

Суммарное количество эпистем, изучаемое в бакалавриате по рассматриваемой учебной дисциплине, составляет 72 эпистемы, в магистратуре – 47 эпистем при одинаковом времени на изучение, составляющем 72 часа. Тем самым, трудозатраты на изучение в бакалавриате составляет 1,0 эпистемы в единицу времени, в магистратуре – 0,7 эпистемы в единицу времени, что отражает более высокую сложность изучения эпистем в магистратуре.

Рассмотрим результаты эпистемодидактических исследований содержания программ ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках подготовки бакалавров, а также магистрантов на ФИ ТГУ [168, с. 53].

Учебные дисциплины по направлению подготовки «Фундаментальная информатика и информационные технологии» бакалавриата ФИ ТГУ [180] подразделяются на несколько циклов: гуманитарный, социальный и экономический цикл; математический и естественнонаучный цикл; профессиональный цикл. При этом учебные дисциплины циклов подразделяются на базовые и вариативные. Эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин бакалавриата ФИ ТГУ приведены в таблице 52.

Таблица 52 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (бакалавриат)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| *Гуманитарный, социальный и экономический цикл* | | | |
| *I. Базовая часть* | 395 | 608 | 0,6 |
| *II. Вариативная часть* | 388 | 573 | 0,7 |
| *Математический и естественнонаучный цикл* | | | |
| *I. Базовая часть:* | 758 | 1 478 | 0,5 |
| Физика | 188 | 138 | 1,4 |
| Математический анализ 1, 2, 3 | 188 | 648 | 0,3 |
| Алгебра и геометрия 1 | 77 | 154 | 0,5 |
| Другие дисциплины | 305 | 538 | 0,6 |
| *II. Вариативная часть:* | 276 | 373 | 0,7 |
| Алгебра и геометрия 2 | 44 | 154 | 0,3 |
| Имитационное моделирование | 213 | 138 | 1,5 |
| Другие дисциплины | 19 | 81 | 0,2 |
| *Профессиональный цикл* | | | |
| *I. Базовая часть:* | 860 | 766 | 1,1 |
| Операционные системы | 189 | 98 | 1,9 |
| Компьютерные сети | 161 | 92 | 1,8 |
| Базы данных | 79 | 196 | 0,4 |
| Другие дисциплины | 431 | 380 | 1,1 |
| *II. Вариативная часть:* | 304 | 593 | 0,5 |
| Системное программирование (Win АРТ) | 91 | 118 | 0,8 |
| Другие дисциплины | 213 | 475 | 0,4 |

*Продолжение таблицы 52*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Итого базовая часть: | 2 013 | 2 852 | 0,7 |
| Итого вариативная часть: | 968 | 1 539 | 0,6 |
| Всего: | 2 981 | 4 391 | 0,7 |

Суммарное приращение знаний на ступени бакалавриата ФИ ТГУ составляет примерно 2013 эпистем базовой части и 968 эпистем вариативной части. Формирование знаний на ступени бакалавриата ФИ ТГУ складывается: в рамках гуманитарного, социального и экономического цикла из не менее, чем 395 эпистем базовой части (примерно 20% эпистем от суммарного количества эпистем базовой части) и 388 эпистем вариативной части (примерно 40% эпистем от суммарного количества эпистем базовой части); в рамках математического и естественнонаучного цикла – 758 эпистем базовой части (примерно 38%) и 276 эпистем вариативной части (примерно 29% эпистем); в рамках профессионального цикла – 860 эпистем базовой части (примерно 42% эпистем) и 304 эпистемы вариативной части (примерно 31% эпистем).

Ключевые учебные дисциплины с точки зрения эпистем в общих математических и естественнонаучных учебных дисциплинах – «Физика» и «Математический анализ 1, 2, 3» – примерно 50% эпистем базовой части, и «Имитационное моделирование» – примерно 77% эпистем вариативной части; в профессиональном цикле – «Операционные системы» и «Компьютерные сети» – примерно 41% эпистем базовой части, и «Системное программирование (WIN APT)» – примерно 30% эпистем вариативной части.

В среднем по циклам учебных дисциплин базовой и вариативной частей предполагается освоение от 0,5 до 1,1 эпистемы в единицу времени. При этом внутри каждой из групп учебных дисциплин наблюдаются отклонения от соответствующего среднего показателя. Например, по дисциплине «Алгебра и геометрия 2» предполагается изучение 44 эпистем за 154 часа, т.е. 0,3 эпистемы в единицу времени; с другой стороны, в курсе «Компьютерные сети» предполагается изучение 161 эпистемы за 92 часа, т.е. 1,8 эпистемы в единицу времени.

Рассмотрим эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках магистерской программы «Компьютерные науки» на ФИ ТГУ по направлению подготовки «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Рассматриваемые учебные дисциплины подразделяются на два основных цикла: общенаучный цикл и профессиональный цикл, каждый из которых представлен базовой и вариативной частями [180]. Эпистемодидактические представления ряда учебных дисциплин магистратуры ФИ ТГУ приведены в таблице 53.

Таблица 53 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (магистратура)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| *Общенаучный цикл* | | | |
| *I. Базовая часть* | 218 | 498 | 0,4 |
| *II. Вариативная часть* | 189 | 428 | 0,4 |
| *Профессиональный цикл* | | | |
| *I. Базовая часть:* | 166 | 507 | 0,3 |
| Объектные базы данных | 52 | 108 | 0,5 |
| Другие учебные дисциплины | 114 | 399 | 0,3 |
| *II. Вариативная часть:* | 139 | 392 | 0,4 |
| Системы поддержки принятия решений: математические модели и методы | 85 | 108 | 0,8 |
| Другие учебные дисциплины | 54 | 284 | 0,2 |
| Итого базовая часть: | 384 | 1 005 | 0,4 |
| Итого вариативная часть: | 328 | 820 | 0,4 |
| Всего: | 712 | 1 825 | 0,4 |

Формирование суммарного приращения знаний на ступени обучения в магистратуре ФИ ТГУ складывается из не менее, чем 384 эпистем базовой части и 328 эпистем вариативной части. При этом в рамках общенаучного цикла изучается примерно 57% от суммарного количества эпистем базовой части и примерно 58% эпистем от суммарного количества эпистем вариативной части; в рамках профессионального цикла – примерно 43% от суммарного количества эпистем базовой части и примерно 42% эпистем от суммарного количества эпистем вариативной части.

Ключевыми учебными дисциплинами с точки зрения эпистем в профессиональном цикле являются дисциплина «Объектные базы данных», которая формирует примерно 31% эпистем базовой части, и «Системы поддержки принятия решений: математические модели и методы» – примерно 61% эпистем вариативной части.

В среднем по циклам учебных дисциплин базовой и вариативной частей предполагается освоение от 0,3 до 0,4 эпистем в единицу времени. При этом внутри каждой из групп дисциплин наблюдаются отклонения от соответствующего среднего показателя. Например, по дисциплине «Системы поддержки принятия решений: математические модели и методы» предполагается изучение 85 эпистем за 108 часов, т.е. 0,8 эпистем в единицу времени.

Проведем эпистемодидактические сопоставления ряда учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ФИ ТГУ.Рассмотрим сопоставление учебных дисциплин базовой и вариативной частей учебной дисциплины «Алгебра и геометрия» [180] бакалавриата ФИ ТГУ. Эпистемодидактические представления содержания дисциплины «Алгебра и геометрия 1» приведены в таблице 54.

Таблица 54 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Алгебра и геометрия 1» (базовая часть)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Векторные пространства | 11 | 20 | 0,6 |
| Матрицы | 11 | 28 | 0,4 |
| Системы линейных уравнений | 9 | 30 | 0,3 |
| Элементы теории чисел | 15 | 24 | 0,6 |
| Другие разделы | 31 | 52 | 0,6 |
| Итого: | 77 | 154 | 0,5 |
| П р и м е ч а н и е – Без учета времени на текущую и промежуточную аттестации. | | | |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 77 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,5 эпистемы. При этом максимальное значение количества эпистем, изучаемых в единицу времени, составляет 0,6 эпистемы в единицу времени, минимальное значение – 0,3 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Элементы теории чисел», «Векторные пространства» и «Матрицы», которые формируют примерно 48% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Эпистемодидактические представления содержания дисциплины «Алгебра и геометрия 2» приведены в таблице 55.

Таблица 55 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Алгебра и геометрия 2» (вариативная часть)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Линейные операторы | 7 | 14 | 0,5 |
| Элементы машинной графики | 6 | 20 | 0,3 |
| Квадратичные формы | 4 | 18 | 0,2 |
| Другие разделы | 27 | 102 | 0,3 |
| Итого: | 44 | 154 | 0,3 |
| П р и м е ч а н и е – Без учета времени на текущую и промежуточную аттестации. | | | |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 44 эпистемы. В среднем трудозатраты составляют 0,3 эпистемы в единицу времени. При этом максимальное значение трудозатрат составляет 0,5 эпистемы в единицу времени, минимальное значение – 0,2 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы примерно равномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Линейные операторы» и «Элементы машинной графики», которые формируют примерно 30% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Сопоставление эпистемодидактических представлений учебной дисциплины «Алгебра и геометрия 1» для базовой части и «Алгебра и геометрия 2» для вариативной частей бакалавриата ФИ ТГУ показывает, что суммарное количество эпистем, изучаемое в рамках базовой части по этой дисциплине, составляет 77 эпистем, в рамках вариативной части – 44 эпистемы при одинаковом времени на изучение – 154 часа для базовой и вариативной частей, т.е. примерно в 2 раза большее количество эпистем изучается в рамках базовой части учебной дисциплины. В единицу времени изучается 0,5 эпистемы для базовой части и 0,3 эпистемы для вариативной части, т.е. процесс изучения эпистем в рамках вариативной части предполагает изучение более сложных эпистем, требующих больших усилий на освоение каждой эпистемы. Сопоставление эпистем, представляющих содержание учебных дисциплин, показывает, что эпистемы, определяющие базовую и вариативную части, являются взаимодополняющими: разделы не пересекаются, а образуют дополнения друг к другу.

Рассмотрим сопоставление учебных дисциплин профессионального цикла бакалавриата «Базы данных» и профессионального цикла магистратуры «Объектные базы данных» [180]. Эпистемодидактические представления содержания дисциплины бакалавриата «Базы данных» приведены в таблице 56.

Таблица 56 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Базы данных» (бакалавриат, ФИ ТГУ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Данные и модели данных | 12 | 7 | 1,7 |
| Ограничения целостности | 14 | 9 | 1,6 |
| Реляционная модель | 4 | 37 | 0,1 |
| Другие разделы | 49 | 143 | 0,3 |
| Итого: | 79 | 196 | 0,4 |
| П р и м е ч а н и е – Без учета времени на текущую и промежуточную аттестации. | | | |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 79 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,4 эпистемы. При этом максимальное значение количества эпистем, изучаемых в единицу времени, составляет 1,7 эпистемы в единицу времени, минимальное значение – 0,1 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Ограничения целостности» и «Данные и модели данных», которые формируют примерно 35% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Эпистемодидактические представления содержания дисциплины магистратуры «Объектные базы данных» приведены в таблице 57.

Таблица 57 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Объектные базы данных» (магистратура ФИ ТГУ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Хранилища данных | 8 | 6 | 1,3 |
| OLAP-технология | 7 | 22 | 0,3 |
| Интеллектуальный анализ данных | 9 | 12 | 0,8 |
| Определяемые пользователем типы, объектные представления и методы | 8 | 12 | 0,7 |
| Другие разделы | 20 | 56 | 0,4 |
| Итого: | 52 | 108 | 0,5 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 52 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 0,5 эпистемы. При этом максимальное значение количества эпистем, изучаемых в единицу времени, составляет 1,3 эпистемы в единицу времени, минимальное значение – 0,3 эпистемы в единицу времени. Распределение значений количества эпистем в единицу времени по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Интеллектуальный анализ данных», «Хранилища данных» и «Определяемые пользователем типы, объектные представления и методы», которые формируют примерно 48% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Сопоставление содержания дисциплин «Базы данных» для бакалавриата и «Объектные базы данных» для магистратуры показывает, что эпистемы, представляющие рассматриваемые дисциплины, являются дополняющими по отношению друг к другу. Суммарное количество эпистем, изучаемое в бакалавриате по рассматриваемой учебной дисциплине, составляет 79 эпистем, в магистратуре – 52 эпистемы, т.е. примерно в полтора раза меньше, чем в бакалавриате. При этом трудозатраты на изучение дисциплины в бакалавриате составляют 0,4 эпистемы в единицу времени, в магистратуре – 0,5 эпистемы в единицу времени, что отражает относительное совпадение сложности изучения эпистем по рассматриваемым дисциплинам в бакалавриате и в магистратуре.

Рассмотрим результаты эпистемодидактических исследований содержания ряда учебных дисциплин, изучаемых в рамках подготовки бакалавров, а также магистрантов на ММФ НГУ [168, с. 37]. Учебные дисциплины бакалавриата ММФ НГУ [198] формируются по курсам (годам) обучения и потокам: I поток – «Прикладная математика и информатика», «Математика и компьютерные науки»; II поток – «Математика»; III поток – «Механика и математическое моделирование».

Эпистемодидактические представления учебных дисциплин II потока 1 курса бакалавриата ММФ НГУ приведены в таблице 58.

Таблица 58 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (бакалавриат)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Математический анализ | 322 | 272 | 1,2 |
| Другие дисциплины | 484 | 562 | 0,9 |
| Итого: | 806 | 834 | 1,0 |

Формирование приращения знаний на 1 курсе бакалавриата ММФ НГУ складывается из не менее, чем 806 эпистем. Ключевой с точки зрения эпистем является учебная дисциплина «Математический анализ», которая формирует примерно 40% изучаемых эпистем. По изучаемым дисциплинам предполагается освоение в среднем 1,0 эпистемы в единицу времени.

Эпистемодидактические представления учебных дисциплин II потока 1 курса магистратуры ММФ НГУ приведены в таблице 59.

Таблица 59 – Эпистемодидактические представления учебных дисциплин (магистратура)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименования учебных дисциплин | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Дополнительные главы математического анализа | 18 | 36 | 0,5 |
| Случайные процессы | 54 | 68 | 0,8 |
| Другие дисциплины | 95 | 118 | 0,8 |
| Итого: | 167 | 222 | 0,8 |

Формирование приращения знаний на 1 курсе обучения в магистратуре ММФ НГУ для II потока складывается из не менее, чем 167 эпистем. Ключевой с точки зрения эпистем является учебная дисциплина «Случайные процессы», которая формирует примерно 32% изучаемых эпистем. По изучаемым дисциплинам предполагается освоение в среднем 0,8 эпистемы в единицу времени.

Рассмотрим эпистемодидактические представления учебной дисциплины «Математический анализ», которая изучается на 1 курсе II потока бакалавриата и учебной дисциплины «Дополнительные главы математического анализа», изучаемой на 1 курсе II потока магистратуры, и проведем их сопоставления и сравнения (таблицы 60 и 61).

Таблица 60 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Математический анализ». 1 курс, II поток (бакалавриат)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Числовые системы | 70 | – | – |
| Пространства | 47 | – | – |
| Другие разделы | 205 | – | – |
| Итого: | 322 | 272 | 1,2 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 322 эпистемы. В среднем в единицу времени изучается 1,2 эпистемы. Распределение эпистем по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Числовые системы» и «Пространства», которые формируют примерно 36% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Таблица 61 – Эпистемодидактические представления дисциплины «Дополнительные главы математического анализа. 1 курс, II поток (магистратура)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел программы | Кол-во эпистем | Кол-во часов | Трудозатраты |
| Пространства Лебега | 6 | – | – |
| Пространства Соболева | 4 | – | – |
| Другие разделы | 8 | – | – |
| Итого: | 18 | 36 | 0,5 |

Суммарное количество эпистем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, составляет 18 эпистем. В среднем в единицу времени изучается 0,5 эпистемы. Распределение эпистем по разделам программы неравномерное. Ключевыми с точки зрения эпистем являются разделы «Пространства Лебега» и «Пространства Соболева», которые формируют примерно 56% эпистем, изучаемых в данной учебной дисциплине.

Сопоставление программ по рассматриваемым учебным дисциплинам показывает, что эпистемы, представляющие эти программы, являются взаимодополняющими и расширяющими по отношению к соответствующим ранее изученным разделам. В частности, один из ключевых разделов «Пространства», представленный 47 эпистемами на 1 курсе бакалавриата, расширен ключевыми разделами «Пространства Лебега» и «Пространства Соболева», представленными 10 эпистемами на 1 курсе магистратуры. Изучение одной и той же учебной дисциплины на разных курсах и разных потоках определяет различные значения трудозатрат на изучение эпистем, формируемой отношением количества эпистем ко времени, определенном на изучение этих эпистем. Так, количество эпистем, изучаемых на 1 курсе бакалавриата, многократно превышает количество эпистем, изучаемых на 1 курсе магистратуры, и время на изучение эпистем на 1 курсе бакалавриата значительно превосходит время на изучение на 1 курсе магистратуры. В итоге, трудозатраты эпистем, изучаемых на 1 курсе бакалавриата примерно в 2,4 раза больше показателя трудозатрат эпистем, изучаемых на 1 курсе магистратуры, что дает характеристику трудности освоения эпистем.

Таким образом, в данном параграфе проведены эпистемодидактические исследования ряда программ обучения на ступенях среднего и высшего профессионального образования, выполнены экспериментальные расчеты с целью сопоставления и сравнения содержания рассматриваемых программ обучения.

Для программ обучения ВКИ НГУ рассмотрено разбиение на циклы дисциплин и учебные дисциплины, произведены расчеты количества эпистем, зачетных единиц, рассчитаны трудозатраты по дисциплинам и циклам учебных дисциплин, установлена доля циклов дисциплин в структуре программы, определены ключевые учебные дисциплины в структуре соответствующих циклов дисциплин, выявлены отклонения по учебным дисциплинам от соответствующих средних показателей по циклам дисциплин, сформированы четыре группы по трудозатратам изучения дисциплин и выявлены более насыщенные, а также дисциплины с высокой сложностью изучаемых эпистем. Кроме того, для учебной дисциплины «Математика» рассмотрено разбиение по разделам и приведены эпистемодидактические характеристики с учетом уровня обучения, выявлены ключевые разделы и подразделы курса.

С точки зрения эпистем и трудозатрат на изучение эпистем проведены сопоставления программ по математике для базового и профильного уровней ступени среднего (полного) общего образования (по ФГОС-1), среднего профессионального уровня ВКИ НГУ и специализированного уровня СУНЦ НГУ, рассмотрены соотношения программ обучения.

При проведении эпистемодидактических исследований содержания обучения в бакалавриате и магистратуре ФИТ НГУ рассмотрены разбиения по учебным дисциплинам в рамках соответствующих циклов дисциплин, для которых определены соответствующие количественные приращения знаний на рассматриваемых ступенях обучения, выявлены ключевые учебные дисциплины для соответствующих циклов, рассчитаны трудозатраты для учебных дисциплин и отмечены отклонения от соответствующих средних показателей, для бакалавриата определены доли циклов учебных дисциплин в программе обучения.

Для целей проводимых эпистемодидактических исследований сопоставлены программы курсов ВКИ НГУ и бакалавриата ФИТ НГУ, имеющих сходные названия, а также программы курсов бакалавриата и магистратуры ФИТ НГУ, также имеющих сходные названия. В результате выявлены и сопоставлены соответствующие суммарные количества эпистем для рассматриваемых курсов, определены и сопоставлены показатели трудозатрат, установлены равномерность или неравномерность распределения эпистем по разделам программ, выявлены соответствующие ключевые разделы, определена взаимодополняемость рассматриваемых программ обучения.

Эпистемодидактические исследования содержания обучения в бакалавриате и магистратуре ФИ ТГУ позволили рассматривать приращение знаний на соответствующих ступенях в разбиениях на базовую и вариативную части, выявить ключевые учебные дисциплины с точки зрения эпистем в рамках циклов дисциплин, рассчитать трудозатраты изучения учебных дисциплин, а также сопоставить учебные дисциплины базовой и вариативной частей учебной дисциплины, а также учебные дисциплины бакалавриата и магистратуры, имеющие сходные названия, по количеству эпистем, трудозатратам, с выявлением ключевых разделов и установлением взаимодополняемости этих учебных дисциплин.

Для учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ММФ НГУ в рамках эпистемодидактических исследований определены приращения количества эпистем на соответствующих ступенях обучения, выявлены ключевые учебные дисциплины с точки зрения эпистем, проведены сопоставления учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры, имеющих сходные названия, для которых рассчитаны количество эпистем по разделам, трудозатраты, определены ключевые разделы, установлена взаимодополняемость рассмотренных дисциплин.

В результате, применение эпистемодидактических исследований к программам обучения на ступенях среднего и высшего профессионального образования экспериментально обосновывает их практическую жизнеспособность и целесообразность, открывает возможности к построению программ новых типов на основе факторизаций и иерархического упорядочивания содержания образования и процесса обучения.

**Выводы по главе 3**

1. Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать количественные характеристики содержания образования и организации процесса обучения при осуществлении соответствующих экспериментальных расчетов. В предположении, что каждый пункт программ учебных дисциплин определяет одну эпистему, устанавливается линейное соответствие между пунктами программ, стандартов и эпистемами. Это позволяет формировать и сравнивать разбиения учебных дисциплин, стандартов образования на разных уровнях и ступенях в различных системах образования и обучения.
2. Эпистемодидактические представления ФГОС-2 показывают, что среди личностных, метапредметных и предметных требований наибольшую долю занимают эпистемы, определяющие предметные требования. При переходе на более высокие ступени образования происходит увеличение количества предметных требований: от НОО к ООО – примерно в 2,4 раза; от ООО к СПОО – примерно в 1,2 раза (на углубленном уровне – примерно в 1,8 раза). Доля предметной области «Математика и информатика» в структуре предметных требований незначительна (около 11%), что не соответствует значимости этой области для современных требований в фундаментальных знаниях и компетенциях выпускника общеобразовательной школы.
3. Эпистемодидактические исследования содержания ФГОС-1 и ФГОС-2 по математике показывают, что количество эпистем, представляющих требования, при переходе от ступени НОО к ступени ООО и далее к ступени СПОО возрастает, а суммарное количество эпистем требований по математике в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 сократилось примерно в 6 раз. Эпистемодидактические исследования ФГОС-1 и соответствующих Примерных программ по математике показывают неравномерность отношений эпистем Примерных программ и требований ФГОС-1 по ступеням обучения: на ступени НОО на 1 эпистему требований приходится около 4 эпистем Примерной программы, на ступени ООО – около 2,6 эпистемы, на ступени СПОО – около 3,5 эпистем для базового уровня, 3,9 эпистемы для гуманитарного профиля и для профильного уровня. Эпистемодидактические исследования ФГОС-2 и соответствующих Примерных программ по математике показывают, что на ступени НОО на 1 эпистему требований приходится 13 эпистем Примерной программы. Эпистемодидактические исследования Примерных программ по математике по ФГОС-1 и ФГОС-2 на ступени НОО показывают, что суммарное количество эпистем Примерной программы по ФГОС-2 сократилось примерно в 1,8 раза. По ФГОС-1 среднее количество эпистем математики, изучаемых на одном уроке, увеличивается при переходе на более высокие ступени образования. В то же время, на ступени НОО по ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 среднее количество изучаeмых на одном уроке эпистем математики сокращается примерно в 2 раза (по остальным дисциплинам происходит увеличение количества эпистем, изучаемых на уроке).
4. Эпистемодидактические исследования Примерных основных образовательных программ НОО по ФГОС-1 и ФГОС‑2 показывают: суммарное количество эпистем в учебный год составляет соответственно около 160 эпистем по ФГОС-1 и около 200 эпистем по ФГОС‑2; в распределении учебного времени ключевыми дисциплинами являются русский язык, математика (на математику приходится 18–20% учебного времени) и литературное чтение; в распределении эпистем наибольшую долю занимают окружающий мир, русский язык и изобразительное искусство (на математику приходится около 15% количества эпистем в Примерной программе по ФГОС-1 и 6% – в программе по ФГОС-2).
5. Эпистемодидактические исследования Примерных образовательных программ ООО и СПОО по ФГОС-1 показывают, что количество эпистем в учебный год составляет соответственно около 1100 и 1500 эпистем. Ключевыми учебными дисциплинами в распределении учебного времени: 42% суммарного количества часов для ООО составляют математика (примерно 17% суммарного количества часов), русский и иностранный языки; 44% суммарного количества часов для базового уровня СПОО составляют математика (примерно 14% суммарного количества часов), литература, иностранный язык и естествознание; в распределении эпистем по учебным дисциплинам ключевыми являются: 49% суммарного количества эпистем для ООО составляют история, литература и технология; 46% суммарного количества эпистем для базового уровня СПОО составляют литература, история и обществознание. Для ООО и базового уровня СПОО математика с точки зрения количества эпистем не является ключевой учебной дисциплиной и составляет соответственно около 4–5% суммарного количества эпистем. В среднем по учебным дисциплинам трудозатраты на изучение эпистем для программ ООО и базового уровня СПОО составляют соответственно около 1,3 и 1,6 эпистем в единицу времени, по математике – около 0,3 и 0,6 эпистем в единицу времени, тем самым, на изучение эпистемы математики требуется значительно большее время по сравнению с другими дисциплинами. Для базового, гуманитарного и профильного уровней СПОО по математике подходы к разбиениям по времени различны: на базовом уровне и гуманитарном профиле количество учебных часов совпадает, для профильного уровня – возрастает примерно в 1,5 раза; по сравнению с базовым уровнем количество эпистем на гуманитарном и профильном уровнях возрастает соответственно в 1,1 и 1,4 раза.
6. Эпистемодидактические исследования содержания учебного материала в многоуровневых учебниках по математике для 5–11 классов общеобразовательной школы, рекомендованных Министерством образования и науки РФ (ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.) показывают, что переход от базового уровня на углубленный, от углубленного на профильный уровень обучения предполагает изучение большего суммарного количества эпистем. Количество эпистем углубленного и профильного уровней составляет в учебном году на соответствующих уровнях обучения от 21% до 39% количества изучаемых эпистем. Распределение эпистем учебного материала по годам и по уровням обучения в учебниках равномерно: на базовом уровне изучается примерно 200–300 эпистем в год; на углубленном уровне – 300–400 эпистем; на профильном уровне – 400–500 эпистем. Использование эпистемодидактических представлений позволяет осуществлять равномерное поурочное (по неделям, четвертям, полугодиям и др.) планирование, формируя эпистемодидактические представления и сопоставления уроков (и других периодов) между собой.
7. Эпистемодидактические исследования программ по математике и информатике и сопоставление подходов к их формированию показывают, что в СУНЦ НГУ обеспечение специализированного уровня обучения происходит по‑разному: по математике специализированный уровень формируется относительно основного курса профильного уровня дополнением в каждый год обучения от 30% и более (по отношению к основному курсу) эпистемами специальных курсов; по информатике специализированный уровень обучения формируется относительно основного курса базового уровня дополнением в каждый год обучения от 140% и более (по отношению к основному курсу) эпистемами специальных курсов. В курсе математики трудозатраты составляют в среднем примерно 0,5 эпистемы за единицу времени, при этом трудозатраты на изучение лекционного курса превышают трудозатраты семинарских занятий примерно в 7 раз.
8. Эпистемодидактические исследования образовательных программ СУНЦ МГУ показывают, что при различиях в подходах к разбиениям содержания учебных дисциплин на разделы и пункты программ, как правило, количество эпистем, изучаемых в отдельной учебной дисциплине в рамках профильного потока, существенно больше количества эпистем, изучаемых в рамках общеобразовательного потока, по той же учебной дисциплине: количество новых эпистем в рамках профильного потока по отношению к общеобразовательному потоку увеличивается примерно на 40%. Тем самым, профильность обучения обеспечивается значительным увеличением объема учебного материала.
9. Эпистемодидактические исследования программ по математике в специализированных 10–11 классах Новосибирской области показывают, что суммарные значения количества эпистем в программах существенно различаются, что обусловлено различиями в подходах к разбиениям учебного материала. В связи с этим, время (количество академических часов) на изучение одной эпистемы варьируется от 0,6 до 5,1. Бóльшая часть программ специализированных классов сопоставимы с соответствующими Примерными программами, причем процентное распределение эпистем по разделам программы соответствует профильному уровню обучения. Ключевым разделом программ для базового и профильного уровней обучения в 10–11 классах, а также для рабочих программ специализированных классов является «Геометрия».
10. Эпистемодидактические исследования программ обучения по математике в системе дополнительного образования на примерах ряда заочных школ при ведущих университетах показывают, что по математике в заочных школах изучается примерно от 20 до 70 эпистем в год. Подходы к разбиениям учебного материала в заочных школах отличаются, в то же время, отмечена относительная равномерность разбиений эпистем учебного материала по годам обучения в ЗШ СУНЦ НГУ и в ЗФТШ МФТИ. В программах по математике для 8 класса трех заочных школ (ЗШ СУНЦ НГУ, ЗФТШ МФТИ и ЗФМШ ТГУ) количество эпистем, формирующих разделы программы, различается (до 3 раз), во всех программах эпистемы по основным разделам распределены относительно равномерно.
11. Эпистемодидактические исследования программ обучения ряда российских учебных заведений XIX – начала XX веков показывают, что: для педагогического курса специальных и старших общих классов женских учебных заведений (составленного К.Д. Ушинским) – в специальных классах изучается примерно вдвое больше эпистем, чем в старших общих классах (соответственно около 180 и 75 эпистем); для Первой официальной программы по математике для гимназий ключевыми являлись арифметика и алгебра, и в каждый год обучения предполагается изучать не менее 14 эпистем. Распределение суммарного количества эпистем по годам обучения, а также распределение эпистем по разделам дисциплин неравномерное. Сопоставление Первой официальной программы по математике для гимназий, программ по математике Женской гимназии Н.П. Хвостовой и Женской гимназии Л.О. Вяземской показывает, что количество эпистем в программе гимназии Н.П. Хвостовой близко к количеству эпистем в Первой программе и превосходит количество эпистем в программе гимназии Л.О. Вяземской; для Первой программы по математике распределение эпистем по годам обучения и по разделам дисциплин неравномерное; ключевыми дисциплинами являются арифметика и алгебра.
12. Эпистемодидактические исследования программ по математике для российских учебников математики 90-х годов ХХ века показывают различия в подходах к разбиениям в зависимости от варианта и уровня обучения, и трудоемкости изучения эпистем для вторых вариантов базового уровня обучения выше, чем для первых вариантов. При изучении геометрии для углубленного уровня сформированы более детальные разбиения учебного материала и заложено увеличение количества часов на обучение по сравнению с базовым уровнем.
13. Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать зарубежные стандарты и программы обучения. В американской системе под стандартом понимают конкретный пункт изучения. При этом система «Общих основных государственных стандартов» США в области математики, начиная со ступени детского сада по двенадцатый год школьного обучения, образует иерархическую структуру: от стандарта к разделам, областям и направлениям (как совокупностям соответствующих предыдущих ступеней иерархии) с учетом взаимосвязей эпистем как на одном, так и на нескольких ступенях иерархии. В среднем для одного года обучения предполагается изучать математику примерно по 3 направлениям, по 5 областям, содержащим 11 разделов и 26 стандартов; выпускники школы должны освоить на базовом уровне не менее 340 эпистем математики, на углубленном – не менее 384 эпистем. Эпистемодидактический анализ программ по математике одной из лучших частных школ США – Академии Филлипса (г. Андовер, штат Массачусеттс, США) – показывает, что в одной дисциплине изучается от 2 до 14 эпистем (в зависимости от продолжительности курса) и, в целом, превалируют дисциплины математического анализа.
14. Программы обучения по математике в общеобразовательных школах Республики Корея, в основном, следуют программам по математике США. В специализированной школе – Корейской научной академии при Корейском ведущем институте науки и технологий (г. Пусан, Республика Корея) – осуществляется профильное обучение, при этом количество эпистем в дисциплинах первого уровня превосходит количество эпистем последующих уровней, что связано с введением новых эпистем для дальнейшего изложения соответствующих курсов. Количество эпистем варьируется от 14 до 62 эпистем, что отражает многократное увеличение количества изучаемых эпистем по сравнению с программами американских школ. Среди математических дисциплин также превалируют дисциплины математического анализа.
15. Эпистемодидактические исследования методического обеспечения многоуровневых учебников по математике для 5–11 классов, (рекомендованных Министерством образования и науки РФ. ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.) позволяют формировать эпистемодидактические интерпретации методических составляющих (ключевыми среди которых являются особенности подачи учебного материала, ответы на открытые вопросы к пунктам, указания к решению трудных задач – определяют три четверти всех методических составляющих) и показывают, что методические пособия дополняют учебник каждого года обучения примерно 1000 эпистемами. На 5 класс приходится наибольшее количество эпистем, представляющих методические составляющие. Эпистемодидактические представления методического обеспечения позволяют обеспечивать равномерность процесса обучения с учетом уровней обучения в рамках урока, недели, четверти, года и т.д.
16. Эпистемодидактические исследования содержания программ обучения ВКИ НГУ показывают, что выпускник ВКИ НГУ за время обучения осваивает около 5000 эпистем. Количество эпистем общепрофессиональных дисциплин, специальных курсов и базовых проектов составляет примерно 40% изучаемых эпистем. Программы по математике базового и профильного уровней на ступени СПОО и СУНЦ НГУ составляют соответственно 41%, 59% и 70% количества эпистем программы ВКИ НГУ. Дисциплины «Базы данных» ВКИ НГУ и в бакалавриате ФИТ НГУ взаимодополняемы, суммарное количество эпистем сопоставимо, а времени на изучение в бакалавриате – на 40% больше. Трудозатраты по разделам дисциплин распределены неравномерно.
17. Эпистемодидактические исследования содержания обучения в бакалавриате и магистратуре ФИТ НГУ показывают, что суммарное приращение знаний на ступени бакалавриата составляет более 3200 эпистем, на ступени магистратуры – более 200 эпистем цикла дисциплин направления подготовки. В бакалавриате и магистратуре в среднем трудозатраты соответственно составляют 0,7 и 0,5 эпистем в единицу времени, тем самым, сложность изучения эпистем в магистратуре возрастает.
18. Эпистемодидактические исследования учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ФИ ТГУ показывают, что формирование приращения знаний на ступенях бакалавриата и магистратуры соответственно составляют 2013 и 384 эпистем базовой части (в профессиональном цикле – 42–43% эпистем) и соответсвенно 968 и 328 эпистем вариативной части (примерно 31% и 42%). В бакалавриате и магистратуре в среднем соответственно изучается 0,7 и 0,4 эпистемы за единицу времени. Таким образом, сложность изучения эпистем в магистратуре возрастает. Сопоставление содержания дисциплин «Базы данных» для бакалавриата и «Объектные базы данных» для магистратуры показывает, что суммарное количество эпистем, изучаемое в бакалавриате примерно в 1,5 меньше, чем в магистратуре, а трудозатраты на изучение эпистем примерно равны.
19. Эпистемодидактические исследования учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ММФ НГУ показывают, что приращения знаний в бакалавриате и в магистратуре составляют для I потока соответственно 2955 и 468 эпистем, для II потока – 2489 и 255 эпистем. Ключевыми дисциплинами являются: на 1 курсе – «Математический анализ» (около 40% изучаемых эпистем); на 2 курсе – «Теоретическая механика» (около 20% эпистем); на 3 курсе – «Методы вычислений» (около 20% эпистем). На 4 курсе для дисциплины «Дифференциальная геометрия» представлены программы с различными разбиениями учебного материала (при равном времени на изучение): на 1 эпистему программы 1 приходится около 4 эпистем программы 2, что отражает более высокую сложность эпистем программы 1. Трудозатраты на изучение эпистем математического анализа на 1 курсе бакалаврита в 2,4 раза больше трудозатрат на изучение эпистем этой дисциплины на 1 курсе магистратуры.
20. В системе начального, среднего и высшего образования для математических дисциплин показатель трудозатрат на изучение эпистем составляет меньше единицы, что характеризует сложность эпистем математики по сравнению с другими учебными дисциплинами.

**Заключение**

Проведенные фундаментальные эпистемодидактические исследования содержания образования и организации процесса обучения позволяют обеспечить достижение цели исследования, решить поставленные задачи, подтвердить гипотезу, достоверность и обоснованность результатов исследования, сформулировать следующие **основные выводы** и определить направления дальнейших исследований.

1. Общественные и технологические вызовы времени требуют развития гибкости и прозрачности образовательных систем и технологий. Наследие педагогических воззрений и теории познания, формирование современных подходов и принципов обучения обуславливают необходимость развития единообразных теоретических основ, позволяющих вводить изменения и новшества, а также прогнозировать и оценивать получаемые результаты. При определении современного содержания образования и организации процесса обучения возникает проблема обеспечения согласованности и непрерывности различных ступеней (уровней) обучения и систем образования, включая формирование содержания учебных дисциплин и возможность их сопоставления, установление равномерности и равнозначности при оценке и планировании этих учебных дисциплин.

2. Все это приводит к необходимости исследования элементов знаний – эпистем – в применении к различным педагогическим и методологическим аспектам обучения, процессам познания и получения знаний. Развитием понятия «эпистема» является понятие «множество эпистем». Между эпистемами устанавливаются связи, отношения, зависимости. Формирование новых эпистем, исследования последовательностей и иерархий эпистем, определение измерений эпистем и получение на этой основе качественных и количественных характеристик эпистем, разбиений и факторизаций (разбиений на равнозначные эпистемы), сопоставление и сравнение различных эпистем (в т.ч. стандартов, учебных дисциплин, программ, учебников и учебных пособий и т.д.) составляет суть эпистемодидактических исследований. На основе этих исследований осуществляются поиск и обоснование инновационных подходов и способов решений научно-педагогических, методических, философских, методологических и других проблем при формировании содержания образования и организации процесса обучения и взаимодействии субъектов и объектов образования. В связи с этим цель работы состояла в разработке основ теории эпистемодидактических исследований составляющих содержания образования и организации процесса обучения.

3. Эпистемодидактические исследования позволяют: отражать и учитывать динамику образовательных потребностей общества, обеспечивать гибкость содержания образования и организации процесса обучения, включая педагогическое сопровождение процесса обучения на различных ступенях и уровнях обучения; рассматривать дидактические проблемы формирования содержания образования и организации процесса обучения с точки зрения эпистемодидактических представлений; формировать новую эффективную педагогическую культуру педагогов и специалистов в области образования, привлекая их к заданию и выбору оптимальных вариантов содержания образования и организации процесса обучения;

4. В рамках эпистемодидактических исследований в качестве эпистем рассмотрены и классифицированы возникающие в теоретических педагогических, философских и методологических исследованиях содержательные и дидактические элементы, единицы, множества, объединения и пересечения множеств, включения в множества, подсистемы и подмножества, формирование отношений, зависимостей, связей, иерархий, тем самым представлены:

4.1. эпистемы общественных отношений и культуры, связанные с образовательными потребностями, научных и учебных знаний, содержания образования и учебных дисциплин, педагогических теорий, образовательных систем, моделей и др.;

4.2. эпистемы дидактических и методических систем, содержания подготовки, компетентности, диагностики и контроля качества знаний с учетом процесса информатизации образования и др.;

4.3. эпистемы, представляющие собой единицы содержания образования и организации процесса обучения, дидактические и укрупненные дидактические единицы, структурные, функциональные и технологические единицы, определяемые содержанием, дидактическими задачами, контролем обучения, профессиональной и методической компетентностями, а также единицы измерений (в т.ч. зачетные единицы), позволяющие формировать количественные оценки эпистем, кроме того, единицы анализа, определяющие деятельность и функциональную структуру педагогических систем, моделей, языковые единицы при разбиениях эпистем языка и речи и др.;

4.4. множества эпистем в сфере образования, задаваемые определенными свойствами, объединяющими эпистемы в систему или целое, такие как множества эпистем, представляющих субъекты и объекты процесса обучения, знания, идеи, стандарты, модели, формы представления содержания образования и организации процесса обучения, виды деятельности, дидактические системы, технологии, уровни подготовки, специальности, курсы, задания, решения и др.;

4.5. включение обучаемых и обучающих в различные виды образовательной деятельности, включение методологических знаний, элементов исследовательской и творческой деятельности в процесс обучения, в содержание обучения, в структуру подготовки, в учебные дисциплины, включение эпистем профессиональной, дидактической и технологической подготовки, моделей педагогического процесса в учебную среду, включение одних эпистем и объектов образования в организационную структуру других, включение информатизации в процесс обучения и др.;

4.6. подсистемы и подмножества, задаваемые отношениями и разбиениями эпистем в системах мышления и знаний, подсистемы, задаваемые различными свойствами эпистем в дидактических и методических системах, в педагогических моделях, системах образования, а также подмножества характеристик обучаемых, диагностики и контроля в процессе обучения и др.;

4.7. отношения между эпистемами (в т.ч., понятиями, терминами) методических систем, технологий обучения, содержания учебных дисциплин, соотношения знаний, умений и навыков, отношения между эпистемами, представляющими виды деятельности, методы, формы обучения (в т.ч., при формировании компетентности), субъект-субъектные, субъект-объектные и объект-объектные отношения между эпистемами в процессе обучения, включая системы отношений, системные и структурные отношения, отношения моделирования, определяемые целями, логикой, иерархиями эпистем, внутри- и межпредметные отношения, количественные и оптимальные отношения между эпистемами, выявляемые при помощи различных методик и методов и др.;

4.8. зависимости в сфере образования и обучения, включая функциональные зависимости, зависимости элементов, компонентов, составляющих обучения, зависимости эпистем от целей и потребностей обучаемых, в т.ч. при дифференциации и специализации обучения, формировании компетентности, зависимости между эпистемами для определения характеристик образовательных систем, содержания учебного материала, методики и организации процесса обучения и др.;

4.9. внутренние и внешние связи (в т.ч., системы связей, системные, структурные и системообразующие связи) между эпистемами при моделировании методических и дидактических систем, формировании ступеней и уровней обучения, в учебных дисциплинах, связи и взаимосвязи эпистем в учебном процессе, представляющих виды знаний, умений, навыков, деятельности, технологии, системы, формы, ступени и уровни обучения, компетенции, критерии оценки результатов и контроля знаний, внутри- и межпредметные связи при интеграции знаний, внешние и внутренние субъект-субъектные, субъект-объектные, объект-объектные связи (в т.ч. при реформировании и информатизации процесса обучения) и др.;

4.10. иерархии терминов, понятий, знаний, компетентностей, подготовки в системах, представляющие собой построение разноуровневых эпистем в теориях, учебных дисциплинах, методической организации учебного материала и образовательной деятельности, в управлении и проектировании педагогических процессов, иерархии эпистем для педагогических и методических систем, моделей, модулей, подструктур в процессах обучения и системах образования, иерархии целей, ценностей, мотивационных предпочтений, дидактических принципов в зависимости от требований и отношений субъектов и объектов образования, ступеней и уровней обучения, потребностей научно-методического обеспечения учебных дисциплин, а также иерархии эпистем в управлении и проектировании процесса обучения и др.

5. Изучение разбиений множеств эпистем на классы эпистем (непересекающиеся множества эпистем) является важной составляющей эпистемодидактических исследований. Разбиения эпистем зависят от выбора параметра (времени, объема, уровня эпистем и др.) и позволяют формировать параметры эпистем, классов эпистем, рассматривать отношения параметров возникающих эпистем, что дает возможность задавать формы представления эпистем (в виде программ, учебных пособий и т.д.).

6. Исследования разбиений эпистем приводят к рассмотрению равнозначных эпистем по отношению к выбранному параметру (т.е. равнозначные эпистемы имеют одно и то же количественное значение параметра), другими словами, к факторизации первоначального множества эпистем. В качестве множеств эпистем выступают теории, учебные дисциплины, системы поурочного планирования и др. Построение разбиений и факторизаций множеств эпистем позволяет индуцировать разбиения и факторизации на подмножества эпистем, и наоборот, разбиения и факторизации подмножеств эпистем позволяют распространять эти разбиения и факторизации на первоначальное множество эпистем.

7. Для любых двух факторизаций множеств эпистем существует третья – согласованная с первоначальными – факторизация множества эпистем, включающая обе первые факторизации (т.е. классы третьей факторизации формируют классы первой и второй факторизаций). Факторизации непересекающихся множеств эпистем позволяют сопоставлять классы этих факторизаций. Последовательное рассмотрение нескольких множеств эпистем позволяет формировать наложения факторизаций множеств эпистем и строить новые факторизации объединения множеств эпистем.

8. Факторизации учебных дисциплин и измерение эпистем этих дисциплин определяют отношения измерений дисциплин и иерархии построения этих отношений, что позволяет дифференцировать дисциплины по уровням сложности и строить сопоставления учебных дисциплин, ступеней и систем образования, а также рассматривать вложения и согласования учебных дисциплин. Контроль усвоения эпистем учебной дисциплины опирается на проверку знаний минимальных наборов базисных эпистем, входящих в классы, и минимального количества классов эпистем, знание которых отражает специфику усвоения дисциплины в целом и понимание иерархического строения эпистем изучаемого материала.

9. На языке эпистем сформулированы условия передачи и восприятия знаний:

9.1. использование одних и тех же эпистем обучающими и обучаемыми;

9.2. повторение известных эпистем и формулировки новых, подлежащих изучению;

9.3. формирование эталонов для измерения эпистем относительно объема и времени изучения эпистем (изложения, усвоения, повторения, «входного» и «выходного» контроля и др.) для соответствующих ступеней и уровней обучения;

9.4. установление оптимумов при изучении эпистем обучаемым или группой обучаемых с учетом нормирования параметров эпистем, определения частоты использования эпистемы в учебной дисциплине и др.;

9.5. исследование для рассматриваемых эпистем зависимостей между значениями заданного параметра, между различными параметрами (при изложении, усвоении, повторении, контроле) для соответствующих ступеней и уровней обучения;

9.6. определение продолжительности и равномерности (сопоставимости) изучения эпистем с учетом их трудности и сложности на различных ступенях и уровнях обучения;

9.7. обучение на соответствующих ступенях (уровнях) требует необходимой подготовки обучающих и обучаемых и усвоения эпистем, определяемых этим уровнем;

9.8. развитие информационных технологий определяет развитие методических подходов к обучению.

10. При исследовании количественных измерений эпистем учебных дисциплин определяются интегральные характеристики эпистем (мультипликативные, относительные, в т.ч. трудозатраты, трудоемкость, и др.), их предельные значения, эпистемы равнозначные единичным (т.е. значение параметра которых равно единице), иерархии эпистем в учебных дисциплинах с учетом суммарного количества эпистем различного вида и пропорциональности измерений. В случае, когда дисциплина разбита на единичные эпистемы, каждая из которых изучается в одну и ту же единицу времени, интегральные характеристики дисциплины совпадают с количеством этих единичных эпистем дисциплины.

11. Существенными элементами взаимосвязей и отношений эпистем одной или разных ступеней обучения являются согласованность, непрерывность и непротиворечивость эпистем, подразумевая включения, дополнения, иерархические построения эпистем, с учетом порядка их расположения и использования. Непрерывность обучения обеспечивается по горизонтали (между учебными дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на одной ступени или одном уровне обучения), по вертикали (между дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на разных ступенях и уровнях обучения) и как общая непрерывность (комбинация горизонтальных и вертикальных непрерывностей). Развитие способностей и одаренности обеспечивается дифференциацией системы обучения, позволяющей осуществлять переходы в рамках одной горизонтали или вертикали, с одной горизонтали на другую или с одной вертикали на другую, и тем самым, формировать индивидуальные образовательные траектории как цепочки связанных последовательных эпистем, имеющих своей целью соблюдение общей непрерывности обучения и формирование условий мобильности в образовательной среде (в т.ч., при формировании модулей и блоков учебных программ и процесса обучения с учетом ступени, направления, уровня обучения). Указываются подходы к формированию углубленных уровней обучения по отношению к базовому уровню (по количеству учебных часов, по количеству и объему изучаемых эпистем).

12. Непрерывная система обучения на основе исследования приращений эпистем (в т.ч., через формирование разбиений и факторизаций) позволяет рассматривать соотношения эпистем в зависимости от уровня знаний и квалификации (в т.ч. для сравнения бакалавриата и магистратуры) и формировать системы кредитов (зачетных единиц). Использование измерений и количественных оценок позволяет получать характеристики учебного материала различных уровней изучения дисциплин, сравнивать учебники, программы, курсы, стандарты разных систем обучения.

13. Исследование учебных дисциплин, которые либо не имеют, либо имеют общие эпистемы и являются либо «близкими» друг к другу, либо «далекими» друг от друга, позволяет рассматривать горизонтальные, вертикальные и табличные эпистемодидактические сопоставления и сравнения эпистем содержания образования и организации процесса обучения на одном или нескольких ступенях и уровнях образования.

14. Эпистемодидактические исследования позволяют сопоставлять процессы познания и обучения, формировать проекции эпистем, полученных в процессе познания на эпистемы, возникающие при обучении, строить соответствующие множества, отношения и иерархии эпистем, получать их качественные и количественные оценки, обеспечивать наглядность соответствующих проекций и взаимосвязей между эпистемами, включая:

14.1. построение иерархий эпистем, получение их качественных и количественных оценок при исследованиях определения знания (по Сократу), восхождения сознания (по Платону), приобретения знания (по Аристотелю), определения уровней человека знающего (по Сократу и по Аристотелю), силлогизмов и процессов выведения следствий из посылок (по А. фон Больштедту), познания через исследование (по Ф. Бэкону), родов познания (по Н. Мальбраншу), ступеней возникновения идей (по П. Гольбаху);

14.2. определение истинных, ложных и неопределенных эпистем, интерпретации правил вывода при сопоставлении различных взглядов на истинность и ложность знания (по Сократу, Аристотелю, П. Абеляру, Р. Бэкону, Т. Гоббсу, Р. Декарту, Я.А. Коменскому, И.Г. Песталоцци);

14.3. тесно связанные с этими интерпретациями и сопоставлениями эпистемодидактические представления вопросов согласований, отрицаний и противоречий (по Сократу, Т. Гоббсу, Я.А. Коменскому);

14.4. построение иерархий, сопоставление качественных и количественных оценок эпистем, которые возникают при исследованиях метода обучения (по Т. Гоббсу), принципов обучения (по Я.А. Коменскому), природосообразного обучения (по И.Г. Песталоцци), ступеней познания (по В. Ратке), ступеней обучения (по М. Смотрицкому и по Я.А. Коменскому), ступеней усвоения знания (по И. Гербарту и по О. Вильману), ступеней учебного процесса (по О. Вильману), ступеней овладения содержанием изучаемого материала (по В. Рейну), ступеней мышления (по Г. Гегелю), ступеней полного акта мышления (по Дж. Дьюи);

14.5. получение представлений о языковых иерархиях, качественных и количественных оценках эпистем, сопоставлений соответствующих эпистем при формировании языка (по Т. Гоббсу и по Дж. Дьюи), грамматики (по Я.А. Коменскому), устной речи (по И.Г. Песталоцци), понятий (по И.Г. Песталоцци), принципов и методов обучения на родном языке (по В. Ратке, Я.А. Коменскому, М.В. Ломоносову, К.Д. Ушинскому);

14.6. установление аналогии между изучением новой учебной дисциплины и изучением нового языка (определение эпистем учебной дисциплины сопоставимо с узнаванием эпистем нового языка, формирование множеств эпистем учебной дисциплины – с определением классов эпистем нового языка, установление отношений и связей между эпистемами учебной дисциплины – с построением отношений и связей между эпистемами нового языка, построение иерархий эпистем учебной дисциплины – с заданием иерархий языковых конструкций);

14.7. представления в виде иерархий эпистем расположения материала в ряде классических трудов («Великой дидактики» А.Я. Коменского, «Феноменологии духа» Г. Гегеля, «Психологии и педагогики мышления» Дж. Дьюи), а также в методике «преподавания математики в средней школе» (по Ю.М. Колягину и др.), при рассмотрении новых подходов «во взаимодействии средней и высшей школы в математическом образовании» (по А.А. Никитину и др.), в методических пособиях по многоуровневому обучению математике (по В.В. Козлову, А.А. Никитину и др.).

15. Эпистемодидактические исследования позволяют рассматривать количественные характеристики ФГОС-1 и ФГОС-2 и соответствущих Примерных программ для ступеней НОО, ООО и СПОО:

15.1. для ФГОС-2 среди личностных, метапредметных и предметных требований наибольшую долю занимают эпистемы, определяющие предметные требования, и при переходе на более высокие ступени образования происходит увеличение количества предметных требований;

15.2. для ФГОС-2 доля предметной области «Математика и информатика» в структуре предметных требований незначительна;

15.3. в содержании каждого из ФГОС-1 и ФГОС-2 по математике количество эпистем, представляющих требования, при переходе от ступени НОО к ступени ООО и далее к ступени СПОО возрастает;

15.4. в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 суммарное количество эпистем требований по математике сокращается;

15.5. в Примерных программах по математике по ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 для ступени НОО суммарное количество эпистем сокращается;

15.6. отношения эпистем Примерных программ к эпистемам требований ФГОС-1 по ступеням обучения существенно различаются;

15.7. в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 для ступени НОО происходит значительное увеличение отношения эпистем Примерных программ к эпистемам требований;

15.8. в ФГОС-1 среднее количество эпистем математики, изучаемых на одном уроке, увеличивается при переходе на более высокие ступени образования;

15.9. в ФГОС-2 по сравнению с ФГОС-1 на ступени НОО среднее количество изучаeмых на одном уроке эпистем математики сокращается (при этом, по остальным дисциплинам происходит увеличение количества эпистем, изучаемых на уроке).

15.10. в Примерных основных образовательных программах по ФГОС-1 и ФГОС-2 на ступени НОО при распределении учебного времени ключевыми дисциплинами являются русский язык, математика и литературное чтение, в распределении по эпистемам наибольшую долю занимают окружающий мир, русский язык и изобразительное искусство.

15.11. для Примерных программ по ФГОС-1 на ступени ООО и СПОО количество изучаемых эпистем в учебный год существенно возрастает; для ООО ключевыми учебными дисциплинами в распределении учебного времени являются математика, русский и иностранный языки, для базового уровня СПОО – математика, литература, иностранный язык и естествознание; для ООО в распределении эпистем по учебным дисциплинам ключевыми являются история, литература и технология; для базового уровня СПОО – литература, история и обществознание; для ООО и базового уровня СПОО математика с точки зрения количества эпистем не является ключевой учебной дисциплиной; в среднем, по учебным дисциплинам трудозатраты на изучение эпистем (т.е. отношение количественного значения измерения ко времени изучения соответствующей эпистемы) для программ ООО и базового уровня СПОО в несколько раз выше, чем по математике, тем самым, на изучение каждой эпистемы математики требуется значительно большее время по сравнению с другими дисциплинами.

16. Эпистемодидактические исследования содержания учебного материала в многоуровневых учебниках по математике для 5–11 классов общеобразовательной школы, рекомендованных Министерством образования и науки РФ (ФГОС. Инновационная школа, 2011–2018 гг.) показывают:

16.1. переход от базового уровня на углубленный, от углубленного на профильный уровень обучения предполагает изучение большего суммарного количества эпистем;

16.2. эпистемы углубленного и профильного уровней составляют в учебном году на соответствующих уровнях обучения значительную долю количества изучаемых эпистем;

16.3. распределение эпистем учебного материала по годам и по уровням обучения в учебниках равномерно, что позволяет и в других случаях осуществлять равномерное поурочное (по неделям, четвертям, полугодиям и др.) планирование, формируя эпистемодидактические представления и сопоставления уроков (и других периодов) между собой.

17. Эпистемодидактические исследования программ по математике в СУНЦ НГУ показывают, что специализированный уровень формируется относительно основного курса профильного уровня дополнением значительным количеством эпистем специальных курсов; трудозатраты лекционного курса математики в несколько раз превышают трудозатраты семинарских занятий.

18. Эпистемодидактические исследования образовательных программ СУНЦ МГУ показывают, что при различиях в подходах к разбиениям содержания учебных дисциплин на разделы и пункты программ, как правило, количество эпистем, изучаемых в отдельной учебной дисциплине в рамках профильного потока, существенно больше количества эпистем, изучаемых в рамках общеобразовательного потока по той же учебной дисциплине: количество новых эпистем в рамках профильного потока по отношению к общеобразовательному потоку существенно увеличивается.

19. Эпистемодидактические исследования программ по математике в специализированных 10–11 классах Новосибирской области показывают, что количество эпистем в программах различается в соответствии с разбиениями учебного материала; трудоемкость изучения эпистем (т.е. отношение времени изучения эпистемы к количественному значению соответствующего измерения) варьируется; в основном, программы специализированных классов сопоставимы с Примерными программами для профильного уровня (по ФГОС-1); ключевым разделом программ для базового и профильного уровней в 10‑11 классах, а также для рабочих программ специализированных классов является «Геометрия».

20. Эпистемодидактические исследования программ обучения по математике в системе дополнительного образования ряда заочных школ при ведущих университетах показывают, что для ЗШ СУНЦ НГУ, ЗФТШ МФТИ и ЗФМШ ТГУ подходы к разбиениям учебного материала отличаются; для ЗШ СУНЦ НГУ и ЗФТШ МФТИ разбиения эпистем учебного материала равномерны по годам обучения; для ЗШ СУНЦ НГУ, ЗФТШ МФТИ и ЗФМШ ТГУ в программах по математике для 8 класса отмечается относительно равномерное распределение эпистем по основным разделам.

21. Эпистемодидактические исследования программ обучения ряда российских учебных заведений в XIX – начале XX веков показывают, что: для педагогического курса специальных и старших общих классов женских учебных заведений, составленного К.Д. Ушинским, в специальных классах изучается примерно вдвое больше эпистем, чем в старших общих классах; сопоставление Первой официальной программы по математике для гимназий, программ по математике Женской гимназии Н.П. Хвостовой и Женской гимназии Л.О. Вяземской показывает, что количество эпистем в программе гимназии Н.П. Хвостовой близко к количеству эпистем в Первой программе и превосходит количество эпистем в программе гимназии Л.О. Вяземской; для Первой программы по математике распределение эпистем по годам обучения и внутри дисциплин неравномерное; ключевыми дисциплинами являются арифметика и алгебра.

22. Эпистемодидактические исследования программ по математике для российских учебников математики 90-х годов ХХ века показывают различия в подходах к разбиениям в зависимости от варианта и уровня обучения, и трудоемкость изучения эпистем для вторых вариантов базового уровня выше, чем для первых вариантов; для углубленного уровня по геометрии сформированы более детальные разбиения учебного материала и заложено увеличение количества часов на обучение.

23. Проведены эпистемодидактические исследования американской системы содержания стандартов и программ обучения США и Республики Корея. В американской системе под стандартом понимают конкретный пункт изучения; система «Общих стандартов школьного математического образования», начиная с детского сада по 12 год школьного обучения, образует иерархическую структуру: стандарт – раздел – область – направление; выпускники школы должны освоить на базовом уровне не менее 340 эпистем математики, на углубленном – не менее 380 эпистем. В программах по математике Академии Филлипса (г. Андовер, штат Массачусеттс, США) – одной из лучших частных школ – в зависимости от продолжительности курса изучается от 2 до 14 эпистем, при этом превалируют дисциплины математического анализа. В общеобразовательных школах Республики Корея программы обучения по математике, в основном, следуют программам по математике США. В специализированной школе – Корейской научной академии при Корейском ведущем институте науки и технологий (г. Пусан, Республика Корея) – осуществляется профильное обучение, при этом количество эпистем в дисциплинах первого уровня превосходит количество эпистем последующих уровней, что связано с введением новых эпистем для дальнейшего обучения; количество изучаемых эпистем математики многократно превосходит количество эпистем в программе Академии Филлипса и также превалируют дисциплины математического анализа.

24. Рассмотрены эпистемодидактические интерпретации методических составляющих к многоуровневым учебникам по математике для 5–11 классов (ФГОС. Инновационная школа), где ключевыми являются особенности подачи учебного материала, ответы на открытые вопросы, указания к решению трудных задач; установлено, что на 5 класс приходится наибольшее количество эпистем.

25. Эпистемодидактические исследования содержания программ обучения ВКИ НГУ показывают, что профессиональные дисциплины и проекты составляют около половины изучаемых эпистем; при изучении математики и информатики выпускник осваивает значительно большее количество эпистем по сравнению с базовым, профильным уровнями на ступени СПОО и уровнем СУНЦ НГУ; дисциплины «Базы данных» ВКИ НГУ и в бакалавриате ФИТ НГУ взаимодополняемы, количество эпистем сопоставимо, но время на изучение в бакалавриате примерно в полтора раза больше, чем в ВКИ, а трудозатраты по разделам дисциплин распределены неравномерно.

26. Эпистемодидактические исследования содержания обучения в бакалавриате и магистратуре ФИТ НГУ, ФИ ТГУ показывают, что трудозатраты в бакалавриате примерно в полтора раза превышают трудозатраты в магистратуре, что отражает сложность изучения эпистем в магистратуре; для ФИ ТГУ сопоставление содержания дисциплин «Базы данных» для бакалавриата и «Объектные базы данных» для магистратуры показывает, что количество эпистем, изучаемых в бакалавриате примерно в полтора раза меньше, чем в магистратуре, а трудозатраты примерно совпадают.

27. Эпистемодидактические исследования учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ММФ НГУ позволяют определить ключевые дисциплины на различных курсах и потоках обучения («Математический анализ»; «Теоретическая механика»; «Методы вычислений»); трудозатраты на изучение эпистем математического анализа на 1 курсе бакалаврита существенно больше трудозатрат на изучение эпистем этой дисциплины на 1 курсе магистратуры, что отражает сложность изучения эпистем математического анализа в магистратуре.

28. В системе начального, среднего и высшего образования для математических дисциплин показатель трудозатрат на изучение эпистем составляет меньше единицы, что характеризует сложность эпистем математики по сравнению с другими учебными дисциплинами.

29. Рассмотренные в исследовании эпистемодидактические представления и сравнения программ обучения, стандартов образования, представляющих разные ступени и уровни, а также системы образования, являются экспериментальным обоснованием теоретических положений и показывают возможности применения эпистемодидактических исследований при рассмотрении новых элементов знаний, определении состояния, развития и перспективного видения различных звеньев содержания образования и организации процесса обучения.

30. Выполненное исследование открывает возможности, перспективы и направления дальнейшего развития и позволяет строить теоретические основы исследований концептуальных педагогических и философских воззрений, определять единые подходы при постановке целей обучения, формировании экспертных оценок, выполнении экспериментальных расчетов, проведении качественных и количественных сопоставлений и сравнений одной дисциплины или циклов учебных дисциплин, стандартов образования, систем изложения, усвоения и контроля учебного материала, при создании учебников, учебных пособий и их методического сопровождения, применении информационных систем, установлении системы взвешенных зачетных единиц (кредитов) для высшей школы (бакалавриата и магистратуры), среднего профессионального образования, СПОО, ООО, НОО, дополнительного образования, образования детей, одаренных в области математических, естественнонаучных и гуманитарных дисциплин на профильном, предпрофильном и допредпрофильном уровнях обучения и других видов образования с учетом использования различных моделей, обеспечивающих непрерывность, индивидуализацию обучения и развитие образования, внедрять и развивать новую эффективную педагогическую культуру, которая дает возможность привлекать педагогов и специалистов в области образования к заданию и выбору оптимальных вариантов процесса обучения, принимая во внимание инновационные тенденции в области образования и учитывая динамику образовательных потребностей общества.

**Список сокращений и условных обозначений**

1. Высший колледж информатики НГУ (ВКИ НГУ)
2. Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования» (НИПКиПРО)
3. Детский сад – 12 класс общеобразовательной школы – Kindergarten – 12th Grade (K‑12)
4. Единый государственный экзамен (ЕГЭ)
5. Заочная физико-математическая школа ТГУ (ЗФМШ ТГУ)
6. Заочная физико-техническая школа МФТИ (ЗФТШ МФТИ)
7. Заочная школа СУНЦ НГУ (ЗШ СУНЦ НГУ)
8. Институт дистанционного образования ТГУ (ИДО ТГУ)
9. Международная программа по оценке знаний учащихся – Programme for International Student Assesment (PISA)
10. Международное мониторинговое исследование качества школьного математического и естественнонаучного образования – Trends in Mathematics and Science Study (TIMMS)
11. Механико-математический факультет НГУ (ММФ НГУ)
12. Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение (МАОУ)
13. Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение (МБОУ)
14. Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Инженерный лицей Новосибирского государственного технического университета» (ИЛ НГТУ)
15. Начальное общее образование (НОО)
16. Обучение в областях естественных наук, технологий, инжерных наук и математики – Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)
17. Общие основные государственные стандарты США – Common Core State Standards (CCSS)
18. Основное общее образование (ООО)
19. Специализированная школа информатики и программирования (СШИП)
20. Специализированный учебно-научный центр МГУ (СУНЦ МГУ)
21. Специализированный учебно-научный центр НГУ (СУНЦ НГУ)
22. Среднее (полное) общее образование (СПОО)
23. Среднее профессиональное образование (СПО)
24. Факультет информатики ТГУ (ФИ ТГУ)
25. Факультет информационных технологий НГУ (ФИТ НГУ)
26. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ)
27. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ)
28. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)
29. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ)
30. Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ)
31. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС)
32. Федеральные государственные образовательные стандарты второго поколения (2009-2012 гг.) (ФГОС-2)
33. Федеральные государственные образовательные стандарты первого поколения (2004 г.) (ФГОС-1)

**Список терминов**

1. дифференциация процесса обучения вертикальная: Определяется ступенями образования с учетом возрастных особенностей.
2. дифференциация процесса обучения горизонтальная: Определяется включениями, объединениями, пересечениями, дополнениями, разбиениями эпистем в рамках одной ступени образования.
3. дифференциация процесса обучения общая: Определяется сочетанием горизонтальной и вертикальной дифференциациями.
4. единица: Эталон измерения.
5. интегральные характеристики: Сумма значений измерений набора эпистем.
6. класс разбиения: См. «Разбиение».
7. классы равнозначности (равнозначные классы): См. «Факторизация множества».
8. мультипликативная характеристика: Произведение значений измерений для эпистемы.
9. наполнение эпистемы: Качественное содержание эпистемы.
10. непрерывность процесса обучения вертикальная: Непрерывность между учебными дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на разных ступенях или уровнях обучения.
11. непрерывность процесса обучения горизонтальная: Непрерывность между учебными дисциплинами, их разделами или наборами дисциплин на одной ступени или одном уровне обучения.
12. непрерывность процесса обучения общая: Комбинации горизонтальных и вертикальных непрерывностей процесса обучения.
13. нормирование параметра: Установление допустимых пределов значений параметров.
14. объем эпистемы: Количественная величина эпистемы относительно выбранной единицы измерения.
15. относительные характеристики: Трудозатраты и трудоемкость эпистемы называются относительными характеристиками.
16. оценка сложности по вертикали: Количество ступеней в иерархии.
17. оценка сложности по горизонтали: Количество эпистем в рамках одной ступени обучения.
18. оценка сложности табличные: Одновременные количественные характеристики сложности по горизонтали и по вертикали.
19. параметр: Количественная характеристика эпистемы относительно выбранного измерения.
20. разбиение: Представление множества элементов в виде объединения непересекающихся подмножеств (классов разбиения).
21. сопоставление вертикальное: Установление взаимосвязей между эпистемами на разных ступенях или уровнях обучения.
22. сопоставление горизонтальное: Установление взаимосвязей между эпистемами на одной ступени или одном уровне обучения.
23. сопоставление табличное: Одновременное использование горизонтального и вертикального сопоставлений эпистем.
24. сравнение вертикальное: Установление соотношений между эпистемами при наличии выбранных эталонов, принятых за единицы измерения, на разных ступенях или уровнях обучения.
25. сравнение горизонтальное: Установление соотношений между эпистемами при наличии выбранных эталонов, принятых за единицы измерения, на одной ступени или одном уровне обучения.
26. сравнение табличное: Одновременное использование горизонтального и вертикального сравнений эпистем.
27. ступень иерархии: Звено в иерархии; то же, что уровень иерархии.
28. ступень обучения (образования): Этап обучения (образования) в образовательной системе (например, начальное, среднее, высшее и др.).
29. трудоемкость: Отношение времени изучения эпистемы к количественному значению измерения.
30. трудозатраты: Отношение количественного значения измерения ко времени изучения эпистемы.
31. уровень мотивированности и компетентности Степень ориентированности на достижение результата, получение знаний, приобретение опыта.
32. уровень обучения (базовый углубленный, профильный, специализированный и др.): Глубина изучения учебной дисциплины или обучения в целом.
33. уровень разбиения: Степень детализации (на разделы, подразделы и пр.).
34. уровень сложности: Степень многокомпонентности или многообразия эпистемы.
35. уровень трудности: Степень усилий при работе с эпистемой.
36. уровень усвоения (изложения и др.): Степень возможностей для усвоения (изложения и др.).
37. факторизация множества: Разбиение множества эпистем на равнозначные (эквивалентные) классы.
38. эпистема: Элемент знаний в применении к процессам обучения и формирования знаний.
39. эпистемодидактика: Направление дидактики, в котором исследуются, формируются и развиваются общие методы и характеристики обучения при поэлементном рассмотрении содержания образования и организации процесса обучения.
40. эпистемодидактические исследования: Исследования в области эпистемодидактики в применении к формированию знаний в содержании образования и организации процесса обучения.
41. эпистемодидактический: Относящийся к исследованию эпистем; поэлементное рассмотрение вопросов дидактики.

**Список литературы**

1. **Александров, А.** **Д.** Геометрия для 8–11 классов: учебное пособие для учащихся школ и классов с углубленным изучением математики / А. Д. Александров, А. Л. Вернер, В. И. Рыжик, . – М.: Просвещение, 1991–1992.
2. **Алехин, И. А.** Андрагогические технологии развития профессиональной компетентности преподавателей исследовательского университета / И. А. Алехин, В. В. Кондратьев, Ю. М. Кудрявцев, М. Н. Кузнецова // Мир образования – образование в мире. – 2015. – № 2. – С. 217–220.
3. **Анищенко, В. А.** Проектирование образовательной системы «колледж-вуз» в условиях университетского комплекса: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Анищенко Валерий Алексеевич. Оренбург, 2006. 360 с.
4. **Аристотель, С.** Метафизика / С. Аристотель. – М.: Эксмо, 2008. – 608 с.
5. **Аристотель, С.** Никомахова этика / С. Аристотель // Библиотека исторической книги. – Режим доступа: http://www.anzob.info/index.php?a=12&b=21&c=antik\_lit&module=  
   articles.
6. **Архангельский, С. И.** Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы: учебно-методическое пособие. / С. И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
7. **Атанасян, Л.** **С.** Геометрия: учебник для 7–11 классов средней школы / Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутусов, С. Б. Кадомцев и др. – М.: Просвещение, 1990–1991.
8. **Бабанский, Ю. К.** Избранные педагогические труды / Ю. К. Бабанский. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
9. **Баландин, Р.** Сто великих гениев. Философы. Платон / Р. Баландин // Библиотека Гумер. – Режим доступа: http://www.gumer.info/bibliotek\_Buks/History/100\_Gen/06.php.
10. **Баранников, А. В.** Теория и практика самообразования учащихся: дис. ... д‑ра пед. наук: 13.00.01. / Баранников Анатолий Витальевич. – М., 2002. – 392 с.
11. **Беднарчик, Х.** Теоретические основы модульной системы непрерывного многоуровневого профессионального образования механиков в Польше: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Беднарчик Хенрик. – СПб., 1997. – 360 с.
12. **Белоносов, В. С.** Программа многоуровневого курса математики с 5 по 11 класс / В. С. Белоносов, В. В. Козлов, А. А. Мальцев, А. С. Марковичев, Ю. В. Михеев, А. А. Никитин, М. В. Фокин; под редакцией В.В. Козлова и А.А. Никитина. – Москва, Новосибирск, 2014. – 356 с.
13. **Берулава, М. Н.** Современные модели обучения в свете концепции гуманизации образования / М. Н. Берулава // Гуманизация образования. – 1994. – № 2. – С. 3–8.
14. **Беспалько, В. П.** Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
15. **Бидайбеков, Е. Ы.** Развитие методической системы обучения информатике специалистов совмещенных с информатикой профилей в университетах Республики Казахстан: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Бидайбеков Есен Ыкласович. – М., 1998. – 153 с.
16. **Большая советская энциклопедия:** в 30 т. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1971–1978.
17. **Брановский, Ю. С.** Методическая система обучения предметам в области информатики студентов не физико-математических специальностей в структуре многоуровневого педагогического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Брановский Юрий Сергеевич. – М., 1996. – 378 с.
18. **Брокгауз, Ф. А.** Энциклопедический словарь / Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон// DVD‑ROM. – М: ООО «Бизнес-Софт», 2005.
19. **Бунеев, Р. Н.** Теоретико-методологические основы образовательной системы нового поколения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Бунеев Рустэм Николаевич. – М., 2009. – 387 с.
20. **Ваганова, Н. О.** Системные эффекты университетских комплексов / Н. О. Ваганова, В. М. Лопаткин // Образование и наука. – 2017. – Т. 19. – № 2. – С. 89–101.
21. **Вайсман, А. Д.** Греческо-русский словарь / А. Д. Вайсман. – М.: Греко-латинский кабинет Ю.А. Шичалина, 1991. – 1370 с.
22. **Выготский, Л. С.** Мышление и речь / Л. С. Выготский. – Изд. 5, испр. – М.: Изд-во «Лабиринт», 1999. – 352 с.
23. **Выготский, Л. С.** Психология развития ребенка / Л. С. Выготский. – М.: Изд-во Смысл, Изд-во Эксмо, 2003. – 512 с.
24. **Высший колледж информатики Новосибирского государственного университета** / Официальный сайт ВКИ НГУ. – Режим доступа: http://www.ci.nsu.ru.
25. **Гегель, Г.В.Ф.** Феноменология духа / Г.В.Ф. Гегель. – СПб.: Наука, 1992. – 444 с. / PSYLIB Самопознание и саморазвитие. Психологическая библиотека Киевского Фонда содействия развитию психической культуры. – Режим доступа: http://www.psylib.org.ua/  
    books/gegel02/index.htm.
26. **Гельфман, Э. Г.** Учебные тексты как средство интеллектуального развития учащихся в процессе обучения математике / Э. Г. Гельфман, М. А. Холодная // Образование и наука. – 2014. – № 8 (117). – С. 67–80.
27. **Гильмеева, Р. Х.** Формирование профессиональной компетентности учителя в системе последипломного образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Гильмеева Римма Хамидовна. – Казань, 1999. – 459 с.
28. **Гладкий, Ю. Н.** Гуманитарная география в зеркале антропогеографии / Ю. Н. Гладкий // Региональные исследования. – 2010. – № 1. – С. 5–15.
29. **Гоббс, Т.** Сочинения: в 2 т. / Т. Гоббс. – М.: Мысль, 1989. – Т. 1. – 622 с.
30. **Гончаров, С. С.** Алгебраические и алгоритмические свойства логических исчислений / С. С. Гончаров, Б. Н. Дроботун, А. А. Никитин. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2008. – Ч. I. – 222 с.
31. **Гребенкина, Л. К.** Формирование профессионализма учителя в системе непрерывного педагогического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Гребенкина Лидия Константиновна. – М., 2000. – 441 с.
32. **Даль, В. И.** Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. / В. И. Даль. – СПб.: ТОО «Диамант», 1996.
33. **Данилюк, А. Я.** Теоретико-методологические основы проектирования интегральных гуманитарных образовательных пространств: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Данилюк Александр Ярославович. – Ростов н/Д, 2001. – 347 с.
34. **Демина, Л. С.** Использование профессиональных проб при подготовке социальных педагогов на уровнях бакалавриата и магистратуры / Л. С. Демина, З. А. Скрипко, Н. А. Люрья // Вестник ТГПУ. – 2016. – № 5 (170). – С. 67–69.
35. **Дьюи, Дж.** Психология и педагогика мышления (Как мы мыслим) / Дж. Дьюи. – М.: «Лабиринт», 1999. – 192 с.
36. **Жафяров, А. Ж.** Компетентностные модели развития детей, одаренных в области математики / А. Ж. Жафяров // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 3. – С. 192–200.
37. **Журбенко, Л. Н.** Дидактическая система гибкой многопрофильной математической подготовки в технологическом университете: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Журбенко Лариса Никитична. – Казань, 2000. – 451 с.
38. **Занина, Л. В.** Научно-методические основы и региональные особенности реформирования педагогического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Занина Лариса Витольдовна. – Ростов н/Д, 2001. – 366 с.
39. **Зеер, Э. Ф.** Индивидуальные образовательные траектории в системе непрерывного образования / Э. Ф. Зеер, Э. Э. Сыманюк // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 3. – С. 74–82.
40. **Зеленко, Н. В.** Взаимосвязь проектирования и самопроектирования методических компетенций в системе общетехнической и методической подготовки учителя технологии: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Зеленко Наталия Васильевна. – Астрахань, 2006. – 406 с.
41. **Зимняя, И. А.** Учебная деятельность – специфический вид деятельности / И. А. Зимняя // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2009. – № 6. – С. 3–8.
42. **Иванников, В. А.** Анализ мотивации с позиций теории деятельности / В. А. Иванников // Национальный психологический журнал. – 2014. – № 1 (13). – С. 47–54.
43. **Ительсон, Л. Б.** Математические методы в педагогике и педагогической психологии / Л. Б. Ительсон // Детская психология для специалистов. – Режим доступа: http://www.childpsy.ru/upload/dissertations/%C8%F2%E5%EB%FC%F1%EE%ED\_%CB\_%C1\_2\_1965.htm.
44. **Ишкова, Л. В.** Структурно-интегративная методология квалиметрии целостности в образовательных системах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. /Ишкова Людмила Викторовна – Тюмень, 2001. – 446 с.
45. **Казакевич, В. М.** Теоретико-методические основы информационного технологического моделирования процесса обучения учащихся труду: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Казакевич Владимир Михайлович. – М., 1997. – 220 с.
46. **Карамурзов, Б. С.** Непрерывное профессиональное образование в университетском комплексе / Б. С. Карамурзов // Высшее образование в России. – 2009. – № 5. – С. 27–41.
47. **Карпов, А. В.** Научная деятельность – деятельность информационного характера / А. В. Карпов // Вестник ЯГУ им. П.Г. Демидова. Серия «Гуманитарные науки». – 2014. – № 1. – С. 58–64.
48. **Кириллова, Т. В.** Формирование целостной системы знаний и умений учащихся старших классов средней общеобразовательной школы: На материале естественнонаучных дисциплин: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Кириллова Татьяна Васильевна. – Чебоксары, 2001. – 457 с.
49. **Клещева, Н. А.** Курс физики как методологическая и методическая основа системы обучения студентов дисциплинам технического цикла в вузе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Клещева Нелли Александровна. – Владивосток, 2000. – 319 с.
50. **Кодикова, Е. С.** Методическая система обучения физике учащихся старших классов в форме экстерната: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Кодикова Елена Сергеевна. **–** М., 2006. 408 с.
51. **Козлов, В. В.** Книга для учителя к учебнику «Математика». 5–11 классы / В. В. Козлов, А. А. Никитин, В. С. Белоносов, А. А. Мальцев, А. С. Марковичев, Ю. В. Михеев, М. В. Фокин; под ред. В.В. Козлова и А.А. Никитина. – М: ООО «Русское слово – учебник», 2013–2015. (ФГОС. Инновационная школа).
52. **Козлов, В. В.** Математика: учебник для 5–11 классов общеобразовательных учреждений / В. В. Козлов, А. А. Никитин, В. С. Белоносов, А. А. Мальцев, А. С. Марковичев, Ю. В. Михеев, М. В. Фокин; под ред. В.В. Козлова и А.А. Никитина. – М: ООО «Русское слово – учебник», 2012–2015. (ФГОС. Инновационная школа).
53. **Колягин, Ю. М.** Методика преподавания математики в средней школе. Общая методика: учеб. пособие / Ю. М. Колягин, Г. Л. Луканкин, Н. И. Мерлина, А. В. Мерлин, О. А. Саввина, Т. К. Авдеева, Л. П. Терентьева. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. – 732 с.
54. **Колягин, Ю. М.** Русская школа и математическое образование: Наша гордость и наша боль / Ю. М. Колягин, О. А. Саввина, О. В. Тарасова. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2007. – Часть I: От древнейших времен до XX века. – 307 с.
55. **Коменский, Я. А.** Дидактические принципы (отрывки из «Великой дидактики») / Я. А. Коменский; со вступ. ст. проф. А. А. Красновского. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство Hapкoмпpoca РСФСР, 1940 // Педагогическая библиотека. – Режим доступа: http://pedlib.ru/Books/2/0363/2\_0363-1.shtml.
56. **Коменский, Я. А.** Избранные педагогические сочинения / Я. А. Коменский. – М.: Педагогика, 1982. – Т. 2. – 576 с.
57. **Коменский, Я. А.** Педагогическое наследие / Я. А. Коменский, Д. Локк, Ж.‑Ж. Руссо, И. Г. Песталоцци; сост. М. В. Кларин, А. Н. Джуринский. – М.: Педагогика, 1989. – 416 с.
58. **Кондаков, Н. И.** Логический словарь-справочник / Н. И. Кондаков. – М.: Наука, 1975. – 720 с.
59. **Конюшенко, С. М.** Формирование информационной культуры педагога в системе непрерывного профессионального образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Конюшенко Светлана Михайловна. – Ярославль, 2005. – 408 с.
60. **Коротков, А. М.** Теоретико-методическая система подготовки учащихся к обучению в компьютерной среде: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Коротков Александр Михайлович – Волгоград, 2004. – 361 с.
61. **Корытов, И. В.** Дифференциация и индивидуальный подход в обучении высшей математике студентов технического вуза / И. В. Корытов, Г. С. Корытова // Вестник ТГПУ. – 2016. – № 4 (169). – С. 33–41.
62. **Косырев, В. П.** Система непрерывной методической подготовки педагогов профессионального обучения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Косырев Василий Петрович. – М., 2007. – 469 с.
63. **Кочергина, Н. В.** Формирование системы методологических знаний при обучении физике в средней школе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Кочергина Нина Васильевна. – М., 2003. – 406 с.
64. **Краевский, В. В.** Проблемы научного обоснования обучения (Методологический анализ) / В. В. Краевский. – М.: Педагогика, 1977. – 264 с.
65. **Кривых, С. В.** Теория и практика реализации антропоэкологического подхода к построению образовательных систем: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Кривых Сергей Викторович. – Тюмень, 2000. – 469 с.
66. **Кудаев, М. Р.** Корректирующий контроль в учебном процессе: Дидактические основы построения и реализации системы: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Кудаев Мурат Рашидович. – Майкоп, 1998. – 431 с.
67. **Куклина, Г. Я.** Краткий опыт знакомства с Научной академией для одаренных старшеклассников Южной Кореи / Г. Я. Куклина, Джонг-Сул Че, Мун-Су Ким, Сонг-Дже Ким // Вестник НГУ. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2008. – Т. 9. – Вып. 1. – С. 31–40.
68. **Куликов, С. Б.** Философский фикционализм и проблема искусственного интеллекта / С. Б. Куликов // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2015. – № 2. – С. 42–56.
69. **Куписевич, Ч.** Основы общей дидактики / Ч. Куписевич. – М.: Высш. шк., 1986. – 368 с.
70. **Куровский, В. Н.** Совместные акции и проекты как средство формирования опыта гражданских действий младших школьников в классе инклюзивного обучения / В. Н. Куровский, И. О. Кириллова, А. Д. Копытов // Вестник ТГПУ. – 2016. – № 9 (174). – С. 93‑97.
71. **Куцев, Г. Ф.** Модель вуза в условиях рыночной экономики / Г. Ф. Куцев // Образование и наука. – 2003. – № 4. – С. 40–55.
72. **Лазебникова, А. Ю.** Методологические и методические основы формирования философских знаний учащихся при изучении обществоведения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Лазебникова Анна Юрьевна. – М., 2001. – 295 с.
73. **Ланкина, М. П.** Системно-деятельностная метамодель обучения студентов физического факультета в классическом университете: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Ланкина Маргарита Павловна. – Омск, 2005. – 371 с.
74. **Лапчик, М. П.** О педагогике в условиях электронного обучения / М. П. Лапчик // Наука о человеке: Гуманитарные исследования. – 2013. – № 2 (12). – С. 77–85.
75. **Лебедев, Я. Д.** Логико-графический метод структурирования и измерения дидактической информации в профессиональной подготовке учителя физики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08, 13.00.02. / Лебедев Яков Дмитриевич. – Ярославль, 2005. – 398 с.
76. **Левченко, И. В.** Развитие системы методической подготовки учителей информатики в условиях фундаментализации образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. /Левченко Ирина Витальевна. М., 2009. – 520 с.
77. **Лернер, И. Я.** Развитие мышления учащихся в процессе обучения истории: пособие для учителей / И. Я. Лернер. – M.: Просвещение, 1982. – 191 с. – Режим доступа: http://www.bim-bad.ru/docs/lerner\_i\_ja\_development.pdf.
78. **Ломоносов, М. В.** Избранные произведения: в 2-х томах / М. В. Ломоносов. – М.: Наука, 1986. – Т. 2: История. Филология. Поэзия. – 496 с.
79. **Лордкипанидзе, Д. О.** Ян Амос Коменский / Д. О. Лордкипанидзе. – М.: Педагогика, 1970. – 446 с.
80. **Луговская, И. Р.** Параметрический подход к анализу систем школьного образования разных стран: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Луговская Ирина Робертовна. – СПб., 2004. – 393 с.
81. **Майер, В. В.** Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Майер Валерий Вильгельмович. – Глазов, 2000. – 409 с.
82. **Мальбранш, Николя** / Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мальбранш,\_Николя.
83. **Манушин, Э. А.** Взаимосвязь фундаментальных и прикладных аспектов образовательного процесса / Э. А. Манушин // Наука и образование. – 2012. – № 10. – С. 1–24.
84. **Марковичев, А. С.** Программа по математике для курсов повышения квалификации преподавателей специализированных классов Новосибирской области: учебно‑методическое пособие для учителей / А. С. Марковичев, Ю. В. Михеев, А. А. Никитин; под ред. А. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2010. – 10 с.
85. **Машиньян, А. А.** Теоретико-методические основы формирования у будущего учителя физики умения проектировать персональные технологии обучения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02, 13.00.01. / Машиньян Александр Анатольевич. – М., 2001. – 411 с.
86. **Михайлова, Н. С.** Разработка тестовых материалов: учебно-методический комплекс / Н. С. Михайлова, М. Г. Минин, Е. А. Муратова, Б. В. Илюхин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 282 с.
87. **Назарова, Т. С.** Образовательная среда в контексте проектирования материально-технического обеспечения новой школы / Т. С. Назарова // Вестник Московского университета. Серия 20 «Педагогическое образование». – 2012. – № 4. – С. 9–33.
88. **Наливайко, Н. В.** Аксиологические аспекты развития отечественного образования / Н. В. Наливайко // Философия образования. – 2008. – № 1. – С. 213–219.
89. **Наумкин, Н. И.** Методическая система формирования у студентов технических вузов способностей к инновационной инженерной деятельности в процессе обучения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Наумкин Николай Иванович. – Саранск, 2009. – 499 с.
90. **Неверкович, С. Д.** Система образования в вузе физической культуры как социальный институт / С. Д. Неверкович, А.А. Попова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2013. № 4 (129). – Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obrazovaniya-v-vuze-fizicheskoy-kultury-kak-sotsialnyy-institut.
91. **Никитин, А. А.** Анализ системы зачетных единиц: от высшей школы к профильному обучению и специализированной подготовке в общеобразовательной школе / А. А. Никитин, А. П. Ефремов, И. В. Силантьев. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2006. – 200 с.
92. **Никитин, А. А.** Новые подходы во взаимодействии средней и высшей школы в математическом образовании / А. А. Никитин, В. С. Белоносов, Т. И. Зеленяк, А. И. Саханенко, Д. М. Смирнов, М. Л. Вишневский, А. А. Мальцев, А. С. Марковичев, В. В. Войтишек, Ю. В. Михеев // Вестник НГУ. – 2000. Т. 1. – Вып. 1. – С. 35–47.
93. **Никитин, А. А.** Специализированное обучение: опыт 40 лет деятельности / А. А. Никитин, И. В. Силантьев, С. С. Гончаров и др. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2004. – 264 с.
94. **Никитина, О. А.** Анализ системы зачетных единиц / А. А. Никитин, О. А. Никитина, И. В. Силантьев. – Новосибирск: ИПИО РАО, 2008. – Ч. IV.: Система кредитов (зачетных единиц) в образовании – 165 с.
95. **Никитина, О. А.** Анализ системы зачетных единиц: от высшей школы к профильному обучению и специализированной подготовке в общеобразовательной школе / А. А. Никитин, И. В. Силантьев О. А. Никитина. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2006. – Ч. II.– 180 с.
96. **Никитина, О. А.** Анализ системы зачетных единиц: от высшей школы к профильному обучению и специализированной подготовке в общеобразовательной школе / А. А. Никитин, О. А. Никитина, И. В. Силантьев. – Новосибирск: ИПИО РАО, 2008. – Ч. III.: Система кредитов (зачетных единиц) в общеобразовательной школе – 222 с.
97. **Никитина, О. А.** Анализ системы зачетных единиц: система кредитов (зачетных единиц) в образовании / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: ИПИО РАО, 2009. – Ч. V. – 134 с.
98. **Никитина, О. А.**Анализ системы зачетных единиц: система кредитов (зачетных единиц) в образовании / О. А. Никитина; под ред. А. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2013. – Ч. VI. – Разд. 1.: Общие подходы – 92 с.
99. **Никитина, О. А**. Анализ системы зачетных единиц: система кредитов (зачетных единиц) в образовании / О. А. Никитина; под ред. А. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2013. – Ч. VI. – Разд. 2.: Критерии сравнения зачетных единиц учебных дисциплин одного уровня образования – 100 с.
100. **Никитина, О. А.** Анализ системы зачетных единиц: система кредитов (зачетных единиц) в образовании / О. А. Никитина; под ред. А. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2013. – Ч. VI. – Разд. 3.: Критерии сравнения зачетных единиц учебных дисциплин различных уровней обучения – 96 с.
101. **Никитина, О. А.** Виды связей в образовательном процессе / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2016. – Т. 9. – Вып. 2. – С. 8–26.
102. **Никитина, О. А.** Включение в множества / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 27–52.
103. **Никитина, О. А.** Единицы как дидактические составляющие образовательного процесса / О. А. Никитина // Вестник НГУ. – 2012. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 109–114.
104. **Никитина, О. А.** Зависимости в образовательном процессе / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 53–69.
105. **Никитина, О. А.** Иерархии в образовательном процессе / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 72–82.
106. **Никитина, О. А.** Иерархии образовательных систем / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 54–71.
107. **Никитина, О. А.** Интегральные характеристики учебных дисциплин / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2016. – Т. 9. – Вып. 1. – С. 39–44.
108. **Никитина, О. А.** Интерпретации некоторых ступеней познания и принципов обучения с точки зрения эпистем / О. А. Никитина // Педагогическое образование и наука. – 2010. – № 8. – С. 83–86.
109. **Никитина, О. А.** Интерпретация с точки зрения эпистемного подхода ступеней восхождения сознания и определения знания, ступеней обучения и усвоения / О. А. Никитина // Вестник УРАО. – 2010. – № 3. – С. 86–92.
110. **Никитина, О. А.** Использование системы зачетных единиц в образовании одаренных детей / О. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2013. – 160 с.
111. **Никитина, О. А.** Использование эпистем для интерпретации отдельных взглядов В. Ратке, М. Смотрицкого, И. Гербарта, О. Вильмана и В. Рейна на обучение / О. А. Никитина // III Открытый международный научно-методический семинар «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Междисциплинарный подход»: сб. тр. науч.‑методич. семинара. – Финляндия, Хельсинки, 5–12 апр. 2010 г. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2010. – С. 135–142.
112. **Никитина, О. А.** Использование эпистемного подхода для сравнения базовых предметов в старших классах общеобразовательной школы / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Педагогика. – 2010. – № 3. – С. 27–36.
113. **Никитина, О. А.** Классификация единиц как дидактических составляющих в образовательном процессе / О. А. Никитина // Международный семинар «Современные подходы в образовании одаренных школьников и талантливых студентов»: доклады и тезисы. – Протвино, 2–4 дек. 2011 г. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2011. – С. 34–35.
114. **Никитина, О. А.** Конструкции отношений элементов образовательного процесса / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2013. – Т. 6. – Вып. 1. – С. 51–66.
115. **Никитина, О. А.** Международный опыт работы с одаренными детьми / О. А. Никитина // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы повышения эффективности обучения математике в общеобразовательной школе». – Новосибирск: ФГБОУ ВПО «НГПУ», 5–6 нояб. 2013 г. – Новосибирск, 2013.
116. **Никитина, О. А.** Множества понятий в педагогических исследованиях / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2013. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 35–56.
117. **Никитина, О. А.** О приращении знаний и эпистемодидактические представления содержания учебного материала на разных ступенях обучения / О. А. Никитина // Казанский педагогический журнал. – 2014. – № 2. – С. 100‑108.
118. **Никитина, О. А.** О сопоставлении подходов к организации магистратуры с точки зрения эпистем и компетенций / О. А. Никитина // Всероссийская научно-практическая конференция «Педагогическая наука и современное образование»: сб. ст. – СПб., 6–7 фев. 2014 г. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. – С. 271–274.
119. **Никитина, О. А.** О сравнении курсов математики для различных уровней обучения / О. А. Никитина // Всероссийская конференция «Системы обучения интеллектуально одаренных детей в российской школе». – Новосибирск, 20–21 дек. 2010 г. – Новосибирск: Изд‑во ИПИО РАО, 2010. – С. 44–46.
120. **Никитина, О. А.** О стандартизации школьного математического образования в США / О. А. Никитина // Педагогика. – 2014. – № 8. – С. 109‑116.
121. **Никитина, О. А.** Об иерархиях в образовательном процессе / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Международная научно-практическая конференция «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXІV Каришинські читання): материалы науч.‑практич. конф. – Украина, Полтава, 18–19 мая 2017 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2017. – С. 201–203.
122. **Никитина, О. А.** Об использовании эпистемного подхода при сравнении математических и естественнонаучных дисциплин в среднем специальном образовании (на примере ВКИ НГУ) / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Казанский педагогический журнал. – 2010. – № 1 (79). – С. 5‑15.
123. **Никитина, О. А.** Об эпистемной интерпретации некоторых взглядов на восхождение к познанию по Аристотелю и усвоение знания по М. Смотрицкому / О. А. Никитина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2010. – № 121. – С. 140–148.
124. **Никитина, О. А.** Основания дидактики специализированного обучения: от средневековья до наших дней / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2017. – Ч. II. – Разд. 4. – 212 с.
125. **Никитина, О. А.** Основания дидактики специализированного обучения: от средневековья до наших дней / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2017. – Ч. II. – Разд. 5. – 180 с.
126. **Никитина, О. А.** Основания дидактики специализированного обучения: от средневековья до наших дней / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2006. – Ч. II. – 400 с.
127. **Никитина, О. А.** Основания дидактики специализированного обучения: от средневековья до наших дней / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Ч. II. – Разд. 2. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2017. – 208 с.
128. **Никитина, О. А.** Основания дидактики специализированного обучения: от средневековья до наших дней. – Ч. II. – Разд. 3. / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2017. – 188 с.
129. **Никитина, О. А.** Открытое, дистанционное и заочное обучение в системе профильной подготовки / А. А. Никитин, О. А. Никитина. – Новосибирск: ИПИО РАО, 2009. – Ч. II. – 174 с.
130. **Никитина, О. А.** Подсистемы в образовательном процессе / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2014. – Т. 7. – Вып. 3. – С. 88–107.
131. **Никитина, О. А.** Подходы к непрерывному обучению с точки зрения эпистем / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2014. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 59–75.
132. **Никитина, О. А.** Подходы к эпистемодидактическим представлениям и оценкам уровней учебного материала / О. А. Никитина // ІV Всеукраинская научно-практическая конференция с международным участием «Формування компетентностей обдарованої особистості в системі освіти»: материалы науч.‑практич. конф. – Украина, Киев, 18–19 сент. 2014 г. – Киев: Изд-во ИОР НАПН Украины, 2014. – С. 187–189.
133. **Никитина, О. А.** Применение факторизаций эпистем в образовательном процессе / О. А. Никитина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2013. – № 162. – С. 221–229.
134. **Никитина, О. А.** Применение эпистемного подхода для интерпретации взглядов Я.А. Коменского на обучение / О. А. Никитина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2010. – № 125. – С. 133–140.
135. **Никитина, О. А.** Применение эпистемного подхода для сравнения курса математики для общего среднего, профильного, специализированного и среднего специального уровней обучения / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Новое в психолого-педагогических исследованиях. – 2010. – № 4. – С. 87–96.
136. **Никитина, О. А.** Применение эпистемодидактических оценок и сравнений уровней учебного материала / О. А. Никитина // Всероссийская конференция по истории математики и математического образования, посвященная 130-летию со дня рождения Н. Н. Лузина: сб. тр. – Елец, 9–10 дек. 2013 г. – Елец: Изд-во ЕГУ им. И. А. Бунина. – С. 203–206.
137. **Никитина, О. А.** Разбиения и факторизации эпистем в обучении / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 1. – С. 55–70.
138. **Никитина, О. А.** Связи в учебном процессе / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2016. – Т. 9. – Вып. 2. – С. 27–58.
139. **Никитина, О. А.** Система зачетных единиц в общеобразовательной школе: единицы как элементы образовательного процесса / О. А. Никитина // II Всероссийская конференция «Системы обучения интеллектуально одаренных детей в российской школе». – Новосибирск, 18–19 окт. 2011 г. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2011. – С. 63–65.
140. **Никитина, О. А.** Сопоставления программ по математике в общеобразовательных школах США (на примерах частной и муниципальной школ) / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2016. – Т. 9. – Вып. 2. – С. 59–64.
141. **Никитина, О. А.** Сопоставления эпистем и множеств эпистем / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 21–26.
142. **Никитина, О. А.** Сравнение курса математики с точки зрения эпистемодидактического представления для различных уровней обучения / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Збiрник наукових праць «Витоки педагогiчноï майстерностi». – 2013. – Вып. 11. – С. 241–245.
143. **Никитина, О. А.** Сравнение программ по геометрии для 7–11 классов общеобразовательной школы / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2011. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 48–52.
144. **Никитина, О. А.** Сравнение программ по математике для 5‑6 классов средней школы / О. А. Никитина // X Международная научно-методическая конференция «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы, концепции, перспективы. Междисциплинарный подход»: тезисы науч.-методич. конф. – Израиль, Тель-Авив, 3–10 апр. 2011 г. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2011. – С. 53–57.
145. **Никитина, О. А.** Сравнение учебных курсов с точки зрения условных зачетных единиц (кредитов) для различных уровней обучения с использованием эпистемного подхода / А. А. Никитин, О. А. Никитина // IX Международная научно-методическая конференция «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Междисциплинарный подход»: сб. тр. науч.-методич. конференции, 4–12 апр. 2009 г. – Китай, Пекин, 2009. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2009. – С. 89–93.
146. **Никитина, О. А.** Сравнительный анализ программ обучения математике / О. А. Никитина // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы в преподавании математики»: сб. науч. ст., 2–4 нояб. 2010 г. – Курск: Изд-во ЮЗГУ, 2010. – С. 140–142.
147. **Никитина, О. А.** Ступени и методы познания и обучения с точки зрения эпистемного подхода / О. А. Никитина // Вестник ТГПУ. – 2010. – № 10. – С. 104–110.
148. **Никитина, О. А.** Ступени формирования понятий И.Г. Песталоцци с точки зрения эпистемного подхода / О. А. Никитина // Известия РАО. – 2010. – № 3. С. 27–36.
149. **Никитина, О. А.** Табличное представление учебного материала / О. А. Никитина // ХVI Международная научно-практическая конференция «Макаренкознавчий вимір актуальних питань соціальної адаптації особистості», Всеукраинские научно-практические семинары «Управлінська майстерність керівника навчального закладу», «Управління проектами у сфері науки освіти, інновацій та інформатизації», «Управління інноваційною діяльністю в освіті та у виробництві»: материалы науч.-практич. конф. и семинаров. – Украина, Полтава, 13–14 марта 2017 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2017. – С. 133–135.
150. **Никитина, О. А.** Формирование эпистемодидактических оценок измерения / О. А. Никитина // ХV Международная научно-практическая конференция «Педагогічна особистість А.С. Макаренка на перетині освітніх парадигм»: материалы науч.-практич. конф. – Украина, Полтава, 10–11 марта 2016 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2016. – С. 62–64.
151. **Никитина, О. А.** Фундаментальные эпистемодидактические исследования педагогического содержания и организации образовательной среды / О. А. Никитина. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2016. – 300 с.
152. **Никитина, О. А.** Характеристики образовательного процесса / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2014. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 39–58.
153. **Никитина, О. А.** Элементы как дидактические компоненты / А. А. Никитин, О. А. Никитина // IV Открытый международный научно‑методический семинар «Апрельский форум: Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы, концепции, перспективы. Междисциплинарный подход»: материалы науч.-методич. семинара. – США, Лос‑Анжелес, 30 мар.‑10 апр. 2012 г. – Новосибирск: Изд-во ИПИО РАО, 2012. – С. 12.
154. **Никитина, О. А.** Элементы как дидактические составляющие, 1 / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2011. – Т. 4. – Вып. 4. – С. 21–41.
155. **Никитина, О. А.** Элементы как дидактические составляющие, 2 / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2012. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 68‑81.
156. **Никитина, О. А.** Элементы как дидактические составляющие, 3 / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2012. – Т. 5. – Вып. 2. – С. 53–60.
157. **Никитина, О. А.** Элементы количественного анализа российских учебных заведений XVIII–XIX веков / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2011. – Т. 4, вып. 3. – С. 15–20.
158. **Никитина, О. А.** Эпистемный анализ аспектов обучения родному языку и новым языкам / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2010. – Т. 3. – Вып. 1. – С. 66–70.
159. **Никитина, О. А.** Эпистемный анализ методических подходов преподавания и учебного материала по математике на допредпрофильном уровне общеобразовательной школы / А. А. Никитин, О. А. Никитина // IV Международная научно-практическая конференция «Обдарованi дiти – iнтелектуальний потенцiал держави»: материалы науч.-практич. конф. – АР Крым, Алушта, 21–25 сент. 2011 г. – Киев: Изд-во ИОР НАПН Украины, 2011. – С. 139–146.
160. **Никитина, О. А.** Эпистемный анализ методических подходов преподавания математики / О. А. Никитина // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2011. – № 2 (40). – С. 265–270.
161. **Никитина, О. А.** Эпистемный подход к анализу методического обеспечения специализированного обучения математике в 10–11 классах / О. А. Никитина // Вестник УРАО. – 2010. – № 5. – С. 63–68.
162. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактическая организация учебного материала при сравнении содержания программ обучения / А. А. Никитин, О. А. Никитина // Всеукраинский семинар «Програми науковоï мобильностi европейского союзу. Днï Марiï Кюрi»: материалы семинара. – Украина, Киев, Полтава, 26 дек. 2012 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2012. – С. 16–17.
163. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические исследования и сопоставления содержания ФГОС и примерных программ по математике на ступенях общего образования / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 1. – С. 71–78.
164. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические исследования педагогического содержания учебных программ по физике для 10–11 классов / О. А. Никитина // Международная научно-практическая конференция «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі (XXІ Каришинські читання)»: материалы науч.-практич. конф. – Украина, Полтава, 29–30 мая 2014 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2014. – С. 179‑181.
165. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические исследования примерных образовательных программ основного общего образования / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 61–78.
166. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические исследования содержания программ по математике в специализированных классах Новосибирской области / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2014. – Т. 7. – Вып. 3. – С. 40–87.
167. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические исследования ступеней формирования знания и обучения / О. А. Никитина // Международная научно‑практическая конференция «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі (XXІІ Каришинські читання)»: материалы науч.-практич. конф. – Украина, Полтава, 21–22 мая 2015 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2015. – С. 147–148.
168. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактические оценки и сравнение уровней учебного материала / О. А. Никитина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2014. – № 167. – С. 205–215.
169. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактический анализ ступеней обучения, определенных Я.А. Коменским / О. А. Никитина // Всеукраинский научно‑практический семинар «Управлінська майстерність керівника навчального закладу»: материалы науч.‑практич. семинара. – Украина, Полтава, 2 апр. 2014 г. – Полтава: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Короленко, 2014.
170. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактическое исследование Федеральных государственных образовательных стандартов и примерных основных образовательных программ начального общего образования / О. А. Никитина // Педагогическое образование и наука. – 2014. – № 5. – С. 41–47.
171. **Никитина, О. А.** Эпистемодидактическое сравнение учебных дисциплин в системах среднего специального и высшего образования / О. А. Никитина // Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы дидактики средней и высшей профессиональной школы», посвященная 70-летию РАО и 75-летию со дня рождения акад. РАО Мухаметзяновой Г.В. – Казань, 1–2 окт. 2013 г. – Казань: Изд-во ИПППО РАО, 2013.
172. **Никитина, О.А.** Эпистемодидактические исследования учебных дисциплин бакалавриата и магистратуры ММФ НГУ, ФИТ НГУ, ФИ ТГУ / О. А. Никитина // Педагогические заметки. – 2015. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 37–60.
173. **Никитина, О. А.** School mathematics education in the USA as an example of modeling the developmental environment / О. А. Никитина // VII Международная научно-практическая конференция «Обдаровані діти – інтелектуальний потенціал держави»: материалы науч.‑практич. конф. – Украина, Киев, 16–20 сент. 2014 г. – Изд-во ИОР НАПН Украины, 2014. – С. 132–135.
174. **Новикова, Т. А.** Моделирование терминосистемы на основе тезаурусного описания терминов в профессиональной подготовке студентов технического вуза: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Новикова Татьяна Аркадьевна. – Орел, 2008. – 631 с.
175. **Носова, Т. М.** Система методической подготовки учителя начальных классов к экологическому образованию школьников: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Носова Тамара Михайловна. – Самара, 1997. – 378 с.
176. **Обухов, В. В.** Модели персонифицированного и индивидуализированного повышения квалификации работников образования: Постановка задач исследования / В. В. Обухов, М. П. Войтеховская, Е. Е. Сартакова // Вестник ТГПУ. – 2013. – № 13 (141). – С. 76–81.
177. **Овечкин, В. П.** Теоретико-методологические основы проектирования содержания технологического образования учащихся: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Овечкин Владимир Петрович. – Ижевск, 2006. – 405 с.
178. **Ожегов, С. И.** Словарь русского языка / С. И. Ожегов. – М.: Рус. яз., 1985. – 797 с.
179. **Основная образовательная программа начального общего образования** / Минобрнауки РФ. – Режим доступа: http://минобрнауки.рф/документы/922/файл/227/10.07.20.
180. **Основная профессиональная образовательная программа /** Факультет информатики ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет». – Режим доступа: http://www.csd.tsu.ru.
181. **Педагогическая энциклопедия**: в 4-х т. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1964–1968.
182. **Педагогические идеи В. Ратке** / История книги. – Режим доступа: http://maxbooks.ru/pedogog/pg90.htm.
183. **Педагогический энциклопедический словарь** / Гл. ред. Б.М. Бим-Бад; редкол.: М.М. Безруких, В.А. Болотов, Л.С. Глебова и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 528 с.
184. **Песталоцци, И. Г.** Избранные педагогические сочинения: в 2-х т. / И. Г. Песталоцци – М.: Педагогика, 1981.
185. **Петров, А. В.** Дидактические основы реализации принципов преемственности и развивающего обучения при формировании фундаментальных понятий в преподавании физики в педвузе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Петров Анатолий Викторович. – Горно-Алтайск, 1996. – 401 с.
186. **Пешков, В. Ф.** Методологические основы системы профессиональной восстановительно-профилактической подготовки педагогов по физической культуре / В. Ф. Пешков // Вестник ТГПУ. – 2012. – № 2 (117). – С. 107–110.
187. **Письмо Минобразования РФ.** О направлении Методики расчета трудоемкости основных образовательных программ высшего профессионального образования в зачетных единицах / Минобразования РФ. – 28.11. 2002. – № 14-52-988ин/13.
188. **Платон.** Диалоги: книга первая / Платон. – М.: Эксмо, 2008. – 1232 с.
189. **Погорелов, А. В.** Геометрия: учебник для 7–11 классов средней школы / А. В. Погорелов. – М.: Просвещение, 1993. – 383 с.
190. **Подольский, А. И.** Модель педагогической системы развивающего обучения: На содержании курса физики 7-го кл.: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Подольский Александр Иванович. – Магнитогорск, 1997. – 355 с.
191. **Поздеева, С. И.** Преемственность начальной и основной школы в формировании универсальных учебных действий (На примере опыта школы совместной деятельности) / С. И. Поздеева, Е. А. Румбешта // Научно-педагогическое обозрение. – 2017. – № 3 (17). – С. 32‑39.
192. **Попков, В. А.** Методология педагогики / В. А. Попков, А. В. Коржуев. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 208 с.
193. **Приказ Минобрнауки РФ.** Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.02 «Компьютерные сети» / Минобрнауки РФ. – 28.07.14. – № 803 // Российская газета. Спецвыпуск. – 26.11.2014. – № 269/1. – С. 81–85.
194. **Приказ Минобрнауки РФ.** Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 44.02.02 «Преподавание в начальных классах» / Минобрнауки РФ. – 27.10.14. – № 1353 // Российская газета. Спецвыпуск. – 26.01.2015. – № 13/1. – С. 32–35.
195. **Примерные программы начального общего образования. Примерные программы основного общего образования. Примерные программы среднего (полного) общего образования** / Минобрнауки РФ. – Режим доступа: http://www.mon.gov.ru/work/  
     obr/dok/obs.
196. **Присяжная, А. Ф.** Педагогическое прогнозирование в системе непрерывного педагогического образования: методология, теория, практика: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Присяжная Алла Федоровна. – Челябинск, 2006. – 380 с.
197. **Программа. Математика** / Федеральная заочная физико-техническая школа ФГОУВПО «Московский физико-технический институт (государственный университет)». – Режим доступа: http://www.school.mipt.ru.
198. **Программы дисциплин** / Механико-математический факультет ФГАОУВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». – Режим доступа: http://www.mmf.nsu.ru.
199. **Программы дисциплин** / Факультет информационных технологий ФГАОУВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». – Режим доступа: http://www.nsu.ru/fit.
200. **Программы обучения открытых профильных школ** / Институт дистанционного образования ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет». – Режим доступа: http://www.ido.tsu.ru.
201. **Программы общеобразовательных учреждений.** Математика. – М.: Просвещение, 1994. – 240 с.
202. **Программы профильных курсов** / Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Специализированный учебно-научный центр (факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова. – Москва, 2011. – 91 с.
203. **Пышкало, А. М.** Методическая система обучения геометрии в начальной школе: Авторский доклад по монографии «Методика обучения элементам геометрии в начальных классах», представленной на соискание... д-ра пед. наук / А. М. Пышкало. – М.: Академия пед. наук СССР, 1975. – 60 с.
204. **Рабочая программа для общего образования (профильный уровень) по курсу математики:** 10 класс / МАОУ «Гимназия № 6 «Центр Горностай». – Новосибирск, 2010.
205. **Рабочая программа по геометрии в 10 специализированном классе** / МБОУ «Вторая Новосибирская гимназия». – Новосибирск, 2010.
206. **Рабочая программа по курсу математики для специализированного физического класса:** 10–11 классы / МАОУ «Гимназия № 7 «Сибирская». – Новосибирск, 2010.
207. **Рабочая программа по математике:** 10–11 классы / МБОУ «Инженерный лицей Новосибирского государственного технического университета». – Новосибирск, 2010.
208. **Рабочая программа по математике:** Алгебра и начала анализа. Геометрия. 10‑11 классы. 2010–2011 учебный год / МАОУ «Гимназия № 13» (п. Краснообск). – Новосибирск, 2010.
209. **Рабочая программа:** Алгебра и начала анализа. Геометрия. 10 специализированный математическмй класс / МАОУ «Экономический лицей». – Бердск, 2010.
210. **Рабочие программы ВКИ НГУ по учебным дисциплинам для специальности 2203 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»** / ВКИ НГУ. – Новосибирск, 2008.
211. **Ракитина, Е. А.** Построение методической системы обучения информатике на деятельностной основе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Ракитина Елена Александровна. – М., 2002. – 485 с.
212. **Реан, A. A.** Психология и педагогика / А. А. Реан, Н. В. Бордовская, С. И. Розум. – СПб.: Питер, 2002. – 432 с.
213. **Ревякина, В. И.** Профориентация школьников: опыт прошлого и проблемы настоящего / В. И. Ревякина, К. Е. Осетрин // Вестник ТГПУ. – 2015. – № 5 (158). – С. 244–248.
214. **Редлих, С. М.** Специфика и возможности формирования культуры самостоятельной работы обучающихся и педагогов в системе непрерывного профессионального образования / С. М. Редлих, И. В. Бойкова, О. А. Козырева // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Проблемы культуры в современном образовании: глобальные, национальные, регионально-этнические». – Чебоксары, 2015. – С. 138–142.
215. **Российская Федерация. Законы.** Об образовании в Российской Федерации: федер. закон. – 29.12.2012. – № 273–ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_140174.
216. **Рудинский, И. Д.** Подготовка специалистов в области формально-структурного описания, исследования и организации педагогического тестирования знаний: На примере специальности «Прикладная информатика в образовании»: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Рудинский Игорь Давидович. – М., 2005. – 448 с.
217. **Румянцев, А. Ю.** Методические основы формирования системы астрономических знаний в курсе физики средней общеобразовательной школы: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Румянцев Александр Юрьевич. – Челябинск, 1999. – 570 с.
218. **Русаков, А. А.** Проектирование методической системы обучения математически, творчески одаренных детей на основе реализации идей А.Н. Колмогорова: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Русаков Александр Александрович. – Тула, 2006. – 375 с.
219. **Русова, Н. Ю.** Теоретические основы моделирования дидактического материала: На примере образовательной области «филология»: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Русова Наталья Юрьевна. – Н.Новгород, 2000. – 435 с.
220. **Салехова, Л. Л.** Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Салехова Ляйля Леонардовна. – Казань, 2008. – 447 с.
221. **Санникова, Н. И.** Программирование учебного процесса по теоретическим дисциплинам в системе высшего профессионального образования по физической культуре с использованием математико-педагогического алгоритмирования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Санникова Надежда Ивановна. – М., 2006. – 300 с.
222. **Саранцев, Г. И.** Методическое мышление в контексте эволюции предметных дидактик / Г. И. Саранцев // Сибирский педагогический журнал. – 2007. – № 4. – С. 58–68.
223. **Светенко, Т. В.** Теоретические основы моделирования инновационных образовательных систем: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Светенко Татьяна Владимировна. – СПб., 1999. – 436 с.
224. **Селиванова, Н. Л.** Научный поиск в теории воспитания: приоритеты, достижения и проблемы / Н. Л. Селиванова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2011. – № 1. – С. 103–116.
225. **Сергиенко, И. В.** Моделирование дистанционного образования как системы интегрированных обучающих технологий: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Сергиенко Иван Викторович. – Ижевск, 2005. – 396 с.
226. **Сериков, В. В.** Сможем ли мы подготовить компетентного педагога? Парадоксы и перспективы педагогического образования / В. В. Сериков // Известия ВГПУ. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
227. **Синенко, В. Я.** Модернизация системы дополнительного профессионального педагогического образования / В. Я. Синенко // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 3. – С. 73–80.
228. **Смирнова, Н. З.** Методологические основы системы непрерывного экологического образования в условиях современных школ-комплексов: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Смирнова Наиля Заиловна. – Красноярск, 2002. – 382 с.
229. **Смолин, О. Н.** Образование – фундамент культуры / О. Н. Смолин // Свободная мысль. – 2012. – № 1–2. – С. 7–23.
230. **Смолянинова, О. Г.** Оценка профессиональных компетенций будущих педагогов средствами Е-портфолио / О. Г. Смолянинова, О. А. Иманова // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 7. – С. 61–66.
231. **Соколов, В. М.** Теоретические основы проектирования образовательных стандартов: Общедидактический аспект: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Соколов Владимир Михайлович. – Н.Новгород, 1997. – 409 с.
232. **Соколова, И. Ю.** Учебно-познавательная деятельность, условия ее активизации, эффективности и оптимального функционирования подструктур / И. Ю. Соколова, Н. К. Грицкевич // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2016. – № 3. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24736.
233. **Стародубцев, В. А.** Синергетические аспекты современного образовательного процесса / В. А. Стародубцев, О. М. Шепель, А. А. Киселева // Образование и наука. – 2012. – № 1 (90). – С. 115‑126.
234. **Степаненко, В. А.** Лингвометодическая модель обучения коммуникации с учетом сертификации уровней владения русским языком как иностранным: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Степаненко Вера Александровна. – М., 2009. – 336 с.
235. **Стриханов, М. Н.** Анализ и прогноз изменений научно-педагогического потенциала высшей школы / М. Н. Стриханов, Д. И. Трубецков, А. А. Короновский, А. Е. Храмов // Высшее образование в России. – 2003. – № 3. – С. 3–17.
236. **Сухушина, Е. В.** Региональная практика детского и молодежного движения как область прикладных научных исследований социально-педагогической направленности / Е. В. Сухушина, Л. Г. Смышляева, Г. Ю. Титова, А. В. Середа // Научно-педагогическое обозрение. – 2017. – № 4 (18). – С.198–207.
237. **Сыромятников, В. Г.** Прогностическое моделирование и мониторинг региональной системы образования на основе информационных технологий: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Сыромятников Валерий Гаврильевич. – Якутск, 2002. – 311 с.
238. **Тельтевская, Н. В.** Теоретико-методологические основы формирования системы профессионально-педагогических знаний будущих учителей: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Тельтевская Нателла Вахтанговна. – Волгоград, 2003. – 333 с.
239. **Тематическое планирование**: Алгебра. Геометрия. 10 класс / МБОУ «СОШ № 136». – Новосибирск, 2010.
240. **Ткаченко, Е. В.** Концептуальная идея стратегии профессионального образования / Е. В. Ткаченко, И. П. Смирнов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2014. – № 1 (13). – С. 6–10.
241. **Тупикин, Е. И.** Формирование дидактической системы и содержания естественнонаучного цикла начального профессионального образования: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Тупикин Евгений Иванович. – М., 2005. – 405 с.
242. **Тыльдсепп, А. А.-Р.** Методические основы формирования системных знаний по химии в общеобразовательной школе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Тыльдсепп Аарне Альберт-Романович. – Тарту, 1984. – 452 с.
243. **Учебные курсы** / Заочная школа Специализированного учебно-научного центра Новосибирского государственного университета. – Режим доступа: http://www.zfmsh.nsu.ru.
244. **Ушинский, К. Д.** Избранные труды: в 4 кн. – М.: Дрофа, 2005.
245. **Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования** / Министерство образования и науки Российской Федерации. – Режим доступа: http://минобрнауки.рф/документы/922.
246. **Федеральный компонент государственного стандарта общего образования** / Министерство образования Российской Федерации. – М., 2004. – Ч. I.: Начальное общее образование. Основное общее образование. – Ч.: II. Среднее (полное) общее образование.
247. **Философская энциклопедия:** в 5-ти т. – М.: Гос. науч. изд-во «Советская энциклопедия», 1960–1970.
248. **Фуко, М.** Слова и вещи. Археология гуманитарных наук / М. Фуко; пер. с фр. В. П. Визгина и Н. С. Автономовой. – СПб: А-сad, 1994. – 408 с.
249. **Христофорова, Н. В.** Российские гимназии XVIII‑XXвеков: на материале г. Москвы / Н. В. Христофорова. – М.: Греко‑латинский кабинет Ю.А. Шичалина, 2001. – 192 с.
250. **Хуторской, А. В.** Педагогические основания диагностики и оценки компетентностных результатов обучения / А. В. Хуторской // Известия ВГПУ. – 2013. – № 5 (80). – С. 7–15.
251. **Чегодаев, Н. М.** Теоретические и организационно-педагогические основы инновационных процессов в системе последипломного образования педагогических кадров: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Чегодаев Николай Максимович. – СПб., 1997. – 534 с.
252. **Шабанова, М. В.** Формирование методологических знаний при изучении математики в системе «школа-вуз»: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / Шабанова Мария Валерьевна. – М., 2005. – 422 с.
253. **Ширшов, Е. В.** Системно-дидактическое обеспечение образовательного процесса в вузе в условиях информатизации общества: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. / Ширшов Евгений Васильевич. – Архангельск, 2009. – 528 с.
254. **Эрдниев, П. М.** Укрупнение дидактических единиц в обучении математике / П. М. Эрдниев, Б. П. Эрдниев. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.
255. **Common Core State Standards for Mathematics** // Common Core State Standards Initiative. – URL: http://www.corestandards.org/Math.
256. **Course Catalog** // Andover High School. – URL: //http://www.aps1.net/ahs.
257. **Course Catalog:** Mathematics // Phillips Academy. – URL: //http:www.andover.edu.
258. **Coursera** // Официальный сайт образовательной платформы Coursera. – Режим доступа: https://www.coursera.org.
259. **Gewertz, C.** Common Core at Four: Sizing Up the Enterprise / С. Gewertz // Education Week. – April 21, 2014. – URL: http://www.edweek.org/ew/articles/2014/04/23/29cc-overview.h33.html.
260. **Leinwand, S.** Measuring Up: How the Highest Performing State (Massachusetts) Compares to the Highest Performing Country (Hong Kong) in Grade 3 Mathematics / S. Leinwand, A. Ginsburg // American Institutes for Research. – 2009. – URL: http://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/AIR\_Measuring\_Up\_Report\_0427091\_0.pdf.
261. **STEM fields** // Wikipedia. The Free Encyclopedia. – URL: http:// http://en.wikipedia.org/wiki/STEM\_fields.
262. **The Opportunity Equation:** Transforming Mathematics and Science Education for Citizenship and the Global Economy // The Carnegie Corporation of New York and the Institute for Advanced Study. – 2009. – URL: http://carnegie.org/fileadmin/Media/Publications/PDF/ OpportunityEquation.pdf.

1. \* Без учета предметных требований по информатике. [↑](#footnote-ref-1)
2. 1 Здесь и далее в качестве единицы времени рассматривается академический час. [↑](#footnote-ref-2)